

KINESIOLOGÍA GERONTOLOGICA

Temas relevantes para
un envejecimiento activo

Dr. Aldo Martínez A.
Dr. Sebastián Astorga V.
EDITORES



KINESIOLOGÍA GERONTOLOGICA

**Temas relevantes para
un envejecimiento activo**

**Dr. Aldo Martínez A.
Dr. Sebastián Astorga V.
EDITORES**

Kinesiología gerontológica

Temas relevantes para un envejecimiento activo

Dr. Aldo Martínez A.

Dr. Sebastián Astorga V.

EDITORES

Primera edición: agosto, 2022

Santiago, Chile

Ediciones Universidad Autónoma de Chile

<https://ediciones.uaautonoma.cl>

© Universidad Autónoma de Chile

Avenida Pedro de Valdivia 425, Providencia

Santiago, Chile

Corrección de textos

Carolina Ugarte

Diseño y diagramación

Matilda Botto y Pedro Díaz

ISBN versión digital: 978-956-6201-05-2

Registro de propiedad intelectual: 2022-A-8244



Este material puede ser copiado y redistribuido por cualquier medio o formato, además se puede remezclar, transformar y crear a partir del material siempre y cuando se reconozca adecuadamente la autoría y las contribuciones se difundan bajo la misma licencia del material original.



MÁS UNIVERSIDAD

EDICIONES
Universidad Autónoma de Chile

Índice

PRÓLOGO

CAPÍTULO I

ENVEJECIMIENTO EXITOSO Y NEUROCIENCIA

Dra. Jennifer Troc G. 9

CAPÍTULO II

METABOLISMO Y FUNCIÓN CARDIORRESPIRATORIA EN EL ADULTO MAYOR

Dr. Pablo Troncoso G.31

CAPÍTULO III

SARCOPENIA: DIAGNÓSTICO Y FACTORES ASOCIADOS

Msc. Caroline Zamorano S.41

CAPÍTULO IV

CONDUCTA MOTORA EN EL ENVEJECIMIENTO

Dr. Héctor Brito C.55

CAPÍTULO V

ACTIVIDAD FÍSICA EN EL ADULTO MAYOR INSTITUCIONALIZADO

Dr. Aldo Martínez A.75

CAPÍTULO VI

LA ANTEPOSICIÓN DE CABEZA-CUELLO Y EL RIESGO DE CAÍDAS

Dr. Sebastián Astorga V y Msc. Guillermo Campos S.93

CAPÍTULO VII

EJERCICIO FUNCIONAL EN EL ADULTO MAYOR DE LA COMUNIDAD

Dr. Reinaldo Sáez S y Msc. José Alfaro L. 109

Prólogo

Envejecer es un proceso irreversible, individual y deletéreo del ser humano, el cual contempla cambios fisiológicos de todos los sistemas. Dichos cambios traen como consecuencia una disminución de la funcionalidad e independencia del adulto mayor. Sin embargo, a este proceso inherente pueden incorporarse alteraciones que condicionan aún más su funcionalidad. Estos procesos, propios del envejecimiento, hacen que los adultos mayores, según genética y formas de vida llevadas a lo largo de los años, sean el grupo de la población más susceptible a adquirir una condición física de dependencia funcional.

Es por este motivo que la educación y promoción de una adecuada calidad de vida, incorporando el concepto de envejecimiento activo, puede constituirse en una estrategia fundamental para que la población adulta mayor logre alcanzar un estado de salud y de bienestar óptimo.

En virtud de aquello, la carrera de Kinesiología de la Universidad Autónoma de Chile sede Talca, entrega a la comunidad el presente libro titulado “Kinesiología Gerontológica: Temas relevantes para un envejecimiento activo”, el cual se encuentra organizado en siete capítulos conectados entre sí y cuyo eje central es la actividad física, abordando temáticas como: neurociencia en el envejecimiento, metabolismo cardiorrespiratorio, modificaciones biomecánicas, y conducta y cognición, entre otras.

Queremos expresar nuestros agradecimientos a todos los profesionales e investigadores que participaron activamente en la elaboración de este libro y esperamos que sea una herramienta de apoyo entre los profesionales de la salud, de la educación física y la comunidad en general.

Dr. Aldo Martínez A.
Dr. Sebastián Astorga V.

Capítulo I

Envejecimiento exitoso y neurociencia

Dra. Jennifer Troc G.

Facultad de Ciencias de la Salud, carrera de Kinesiología, Universidad Autónoma de Chile.

Envejecimiento y neurociencia cognitiva

Desde los años 60, cuando emergieron las primeras investigaciones respecto de los cambios que ocurren en la funcionalidad intelectual por efecto del envejecimiento, hasta la actualidad, se han producido avances significativos en el conocimiento de los mecanismos funcionales, en conjunto con el avance tecnológico que implica el estudio en humanos. Desde una aproximación metodológica descriptiva, se ha avanzado a una comprensión teórica de cómo los componentes cognitivos funcionales son o no afectados, poniendo el foco en los mecanismos neurales subyacentes de estos cambios, dando origen a la disciplina de la neurociencia cognitiva. En los últimos 70 años de investigación, la diferenciación en cuanto al impacto del envejecimiento en el rendimiento cognitivo ha evolucionado modificando paradigmas iniciales. Uno de ellos es que a medida que la esperanza de vida aumenta, los puntos máximos de los cambios cognitivos funcionales asociados a la edad también cambian, en concordancia con cambios en la estructura y función cerebrales (Anderson y Creik, 2017).

Otro paradigma es que la inteligencia probablemente se mantiene con el avance de la edad, y que los cambios están asociados a diferentes puntos máximos reportados en sus componentes. Según la hipótesis del psicólogo Raymond Catell, a los 20-30 años, la inteligencia fluida asociada a la habilidad de relacionar abstracciones primarias contemplando datos almacenados simultáneamente en la memoria de trabajo alcanza su punto máximo, mientras que a mayores edades (posterior a los 50 años) se alcanza

el máximo en la inteligencia cristalizada asociada a la capacidad de deducir abstracciones relacionales secundarias, aplicando las abstracciones relacionales primarias entre sí. Pero con el énfasis en que las relaciones deducidas deben ser controladas por la inteligencia fluida (Cattell, 1971; Cattell 1986; Horn, 1970; Horn y Donaldson, 1976).

En un reciente estudio de alrededor de 50.000 personas, incluyendo adolescentes y adultos con edades que fluctuaban hasta los 50 años (Hartshorne y Germine, 2015), los puntajes máximos de las pruebas realizadas fueron alcanzados por personas de mayor edad (alrededor de 50 años). En concordancia a la hipótesis de Cattell, estas pruebas estaban asociadas a la inteligencia cristalizada, medida, por ejemplo, por un test de vocabulario y comprensión. Habilidades asociadas con aspectos de inteligencia fluida, como la codificación de símbolos y dígitos, y secuenciación de números y letras, reflejan su máximo en edades más tempranas, alrededor de los 20 años. Sin embargo, no hay una tendencia categórica en los cambios de los resultados de estas pruebas a lo largo de la vida, indicando el carácter multifactorial de una actividad cognitiva compleja.

Otra teoría pionera del estudio del efecto del envejecimiento en los años 60 fue la disminución de la velocidad de procesamiento como un mecanismo que explica la declinación de la memoria. Se proponen dos vías principales para explicar el efecto con la edad: 1. Mecanismo del tiempo límite, donde existe una mayor dificultad al ejecutar operaciones de alto nivel, pues se toma más tiempo en ejecutar el procesamiento de operaciones tempranas, y 2. Mecanismo simultáneo, donde se consideran muchas tareas de componentes relevantes que no están disponibles una vez completado el procesamiento continuo (Park y Festini, 2016). Una teoría también interesante propuesta en los años 70 fue la de Craik y Lockhart, en la que la evidencia muestra que el componente crítico para recordar no es la intención de aprender, ni tampoco el tiempo de ejecución, sino la calidad de la decodificación de la operación. Esto es particularmente interesante debido a que se avanzaba en la metodología desde un estímulo-respuesta al estudio de un modelo mental de distintos componentes, que dan origen al resultado desde el estímulo. Por ejemplo, se hicieron ensayos guiando el procesamiento de semántica profunda en adultos mayores, incluso cuando no estaban con la intención de recordar. En estos casos, la prueba de memoria fue equivalente o superior al de los participantes que estudiaban activamente.

Si bien la evidencia sobre el envejecimiento es contundente en torno a pérdida y declinación funcional (Lupien y Wan, 2004) el concepto de envejecimiento exitoso está al alza. La literatura con contenido sobre envejecimiento exitoso empezó a emerger gradualmente a mediados del siglo XX (Baltes y Baltes 1990; Williams y Wirths, 1965) y su enfoque ha sido, principalmente, el de fomentar actitudes y actividades,

y la satisfacción en torno a ellas. En este sentido, Havighurst en 1961, definió como envejecimiento exitoso “una declaración de las condiciones de un individuo y de la vida social bajo la cual la persona individual alcanza un máximo de satisfacción y felicidad”. Sin embargo, no todas las enfermedades o la promoción de la salud están bajo el control individual. Existen factores comunitarios, como la existencia de políticas públicas inclusivas o el acceso a actividades culturales, y factores ambientales, como la contaminación, que van más allá del control individual y que también determinan el factor “exitoso” del envejecimiento. De esta manera, la principal crítica a este concepto radica en una posible estigmatización de quienes envejezcan fuera de estos estándares de éxito. Esto último es particularmente relevante en países en vías de desarrollo. Sin duda, los próximos 50 años traerán nuevas teorías, así como nuevas herramientas para estudiar el efecto cognitivo sobre el envejecimiento y, aún más importante, cómo disminuir el efecto inherente al avance de la esperanza de vida en la población y a la calidad de vida en la adultez mayor.

Metodología del estudio del envejecimiento y su impacto en la cognición

Varios estudios realizados en humanos corresponden a la recopilación de información de poblaciones donde se comparan distintos rangos etarios y se discute entre las diferencias funcionales entre ellos. Estos estudios recogen información sobre componentes como edad, sexo, enfermedades crónicas, ubicación geográfica de residencia, y factores socio-comunitarios y socioeconómicos, entre otros. Luego, los participantes son sometidos a diversas pruebas escritas o en línea, que contienen resolución de problemas y donde se correlacionan ciertas características asociadas a la edad entre las poblaciones estudiadas, con similitud entre los otros factores determinantes. Con el avance de la tecnología y la investigación que ha emergido al respecto, se ha podido correlacionar la activación de ciertas áreas del cerebro en tiempo real, ejecutando la idea, y no solo el resultado.

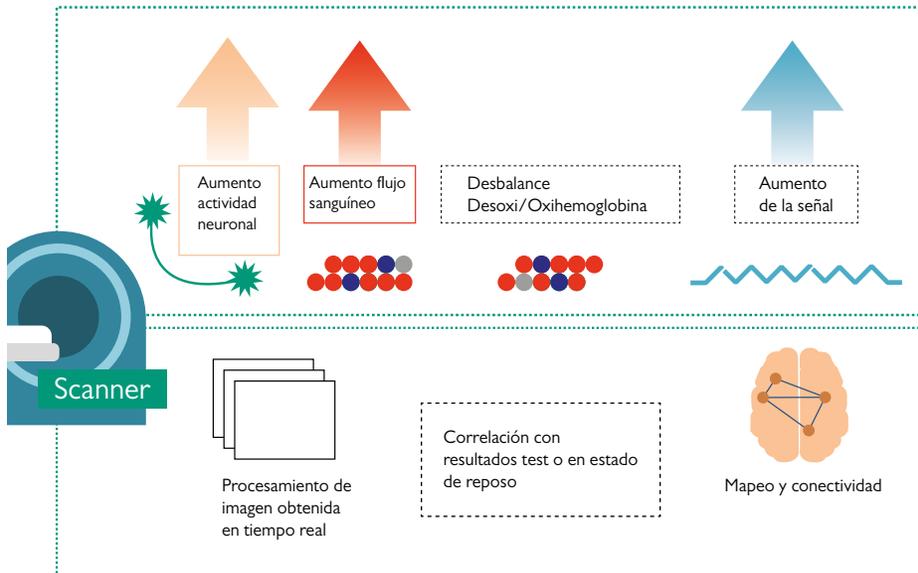
Esta aproximación ha permitido un significativo avance en el mapeo de las áreas e intensidad de funcionamiento del cerebro frente a diferentes acciones humanas. Sin embargo, existe una constante limitación en la realización de actividades complejas que intensifican la actividad en múltiples áreas que no necesariamente participan en la actividad evaluada. De esta forma, el diseño experimental juega un papel clave en la obtención y análisis de datos, y debe discernir entre las acciones abstractas y las de ejecución. Se puede ejemplificar esta dificultad en la resolución de un problema matemático con un resultado exacto, en donde se activan áreas de procesamiento

visual (sección parietal de la corteza cerebral) que permiten reconocer las figuras numéricas, como también áreas de lectura (área de Broca) que permiten reconocer a los números representados por palabras. Estas áreas incluso se mantienen activas cuando hay ejecución del desarrollo lógico-matemático, permitiendo procesar la información cuantitativa no verbal en la que el número toma sentido en sí. Todas estas áreas se activan en secuencia y/o en paralelo, dificultando la disección de cuál área cerebral posee más contribución a una determinada acción (Dehanenne, 1997).

Los estudios obtenidos en base a resonancia magnética nuclear permitieron evidenciar las regiones cerebrales activas cuando se ejecuta alguna tarea, ya sea física o cognitiva, para mayor profundización (figura 1). El aumento de la actividad va en consecuencia directa al aumento del flujo sanguíneo en las áreas que están en funcionamiento, esto es traducido por el resonador del equipo que permite cuantificar esta variación del flujo, visualizado, finalmente, a través de un cambio de color que varía desde gris a colores más claros. De esta forma, no es necesaria la inyección de o exposición a radiación ionizante en la mayoría de los procedimientos (Glover, 2011). Mientras que el fMRI clásico permite identificar las áreas del cerebro y conectividad que están involucrados

Figura 1

Esquema del mecanismo funcional y procesamiento de datos en la imagen de resonancia magnética funcional fMRI



Nota. Panel superior: Mecanismo de detección de las variaciones de flujo /volumen detectados para generar la imagen. Panel inferior: Procesamiento de la imagen y correlación a la actividad objetivo (test de memoria, por ejemplo) en las distintas áreas cerebrales.

en el desempeño de una tarea específica (Logothetis, 2008), otro método irrumpió en este tipo de estudios. El rs-fMRI, sigla para las palabras en inglés *resting state fMRI* (en español fMRI en estado de reposo), el cual mapea y evalúa las interacciones que ocurren en el cerebro en un estado de reposo o sin estar desempeñando una tarea específica (Biswal, 2012). Cierta número de estados en reposo se han descrito en la actualidad, uno de las cuales es la red neuronal por defecto, el que es un conjunto de regiones del cerebro que colaboran entre sí y están listas en forma concentrada mientras se está en reposo.

La amplia literatura de neurociencia y envejecimiento que describen los cambios a nivel cerebral se han enfocado principalmente en la declinación de la memoria, particularmente memoria episódica, involucrada en recordar sucesos autobiográficos: momentos, lugares y emociones (Balota et al., 2000), y memoria de trabajo, definida en torno a la estructura y procesos para mantener información temporalmente, lo que facilita el procesamiento y utilización de la misma cuando ya no es accesible a los sentidos (Foos y Wright, 1992). Estos cambios en la memoria episódica y de trabajo, se correlacionan con una menor actividad cerebral en los adultos mayores comparados a los individuos jóvenes en regiones cerebrales como la corteza prefrontal izquierda durante la decodificación o aprendizaje de nuevas materias (Logan et al., 2002), y al área media temporal durante la memoria decodificadora y el recordar (Gutchess et al., 2005).

Existe una gran cantidad de evidencia que indica que varias formas de estimulación cerebral no invasiva usadas en conjunto a fMRI han reportado potenciamientos transientes o disminución en la función a nivel cortical (Bartrés-Faz y Vidal-Piñeiro, 2016). Los principales efectos descritos son a nivel metabólico, perfusión y niveles neuroquímicos. Esta técnica ha sido acoplada con otras intervenciones que tienen por objetivo potenciar la cognición en la adultez mayor, como en el entrenamiento cognitivo (Antonenko et al., 2018).

La técnica de estimulación magnética transcranial, TMS, siglas para las palabras en inglés *Transcranial Magnetic Stimulation*, introducida en 1985 por Barker, Jalinous y Freeston, permite modificar la excitabilidad cortical de una manera no invasiva. Basada en los principios de Faraday de la inducción electromagnética, que establece que la tensión inducida en un circuito cerrado es directamente proporcional a la rapidez con que cambia en el tiempo el flujo magnético que atraviesa una superficie cualquiera con el circuito como borde, la TMS descarga un breve pulso magnético tangencial al cráneo, produciendo una corriente eléctrica que modula la excitabilidad que induce la descarga de potenciales de acción. En esta metodología se puede modificar la frecuen-

cia y la intensidad de los estímulos de forma intermitente o continua, induciendo LTP, sigla para las palabras en inglés *Long Term Potentiation*, y en español, “potenciación a largo plazo”, proceso que está involucrado en el almacenamiento de algunos tipos de memorias, como la explícita. Por otro lado, la *Long Term Depression*, LTD, traducida al español como “depresión a largo plazo”, se considera como un mecanismo propio de aprendizaje que revierte la LTP.

Ambos mecanismos implican que por la TMS se promueve la plasticidad neuronal en la corteza cerebral. El consenso de la reducida evidencia actual plantea que la TMS puede inducir un proceso de “normalización” y potenciamiento de los mecanismos compensatorios a la disminución cognitiva (Solé-Padullés et al., 2006). Como limitante, además de que la evidencia se está generando recientemente, es que se han ejecutado distintos protocolos de estimulación, debido a que existe un desconocimiento amplio de cuándo las redes neuronales alcanzan su funcionalidad óptima a lo largo de la vida y cuándo responden de óptima manera a la estimulación transcraneal.

La neuroimagen también ha contribuido a la construcción de las teorías del envejecimiento en combinación a las pruebas funcionales. Así, se ha podido establecer el volumen de las estructuras cerebrales en individuos adultos y relacionar a pruebas de memoria. De esta manera, se ha asociado que individuos de mayor edad con menor volumen hipocampal y parahipocampal, tienden a disminuir su memoria explícita (Raz y Rodrigue, 2006). Otros factores que ha puesto en relevancia la neuroimagenología es el desarrollo de imágenes in vivo de neuropatologías como el Alzheimer. En el caso de la neuroimagen de proteínas β -amiloide, que corresponde a la principal proteína encontrada en las placas seniles, y de las proteínas tau, que se encuentran en los ovillos de degeneración neurofibrilar y quienes presentan una correlación entre sus niveles y el nivel de demencia. Ambas proteínas han mostrado que un incremento en sus niveles se correlaciona con una disminución de la memoria episódica (Hedden et al., 2013). El trabajo en curso de diagnósticos de esta patología permitirá asociar con más precisión la relación con la disminución del rendimiento en memoria y con la transición del envejecimiento normal a la enfermedad de Alzheimer.

El conocer efectivamente las variaciones morfológicas en la estructura cerebral a lo largo de la vida, haciendo diferencias de condiciones patológicas, es imprescindible para caracterizar ambos grupos, como también hacer diferencias entre distintas enfermedades crónicas que se presentan simultáneamente en individuos de mayor edad, considerando el envejecimiento de la población y la implementación y uso de nuevas formas de investigación. La preservación a gran escala de los mecanismos de plasticidad ofrece una métrica para evaluar la integridad de estos circuitos. De hecho,

al parecer, la pérdida de componentes de las redes neuronales durante el envejecimiento explica la declinación funcional, debido a que la red deja de existir como tal (Sala-Llonch et al., 2014). Son de particular importancia las técnicas de neuroimagen cerebral ya que, a diferencia de otros órganos, es extremadamente difícil acceder a muestras de los tejidos afectados. De esta manera, tienen una gran importancia en el diagnóstico. Esta evidencia que se obtiene a través de la neuroimagen y de centros de estudios especializados, permitiría gestionar e implementar distintas intervenciones multidimensionales. Más allá del problema en sí, como por ejemplo una neuropatología, se podría, de forma personalizada, hacer intervenciones para promover la salud cerebral en poblaciones de edad avanzada (Lindenberger, 2014), como también, implementar mejoras de políticas públicas en las nuevas generaciones de población que están envejeciendo expuestos a una similitud de factores ya identificados y reportados previamente.

Áreas cognitivas y envejecimiento

La memoria

La memoria como función del cerebro permite codificar, almacenar y recuperar la información. Como permite retener información de experiencias ya vividas, según el parámetro temporal se pueden dividir memorias de corto plazo o a largo plazo. También, según la función que se esté ejerciendo, tiene distintas clasificaciones, como de trabajo, o episódica. Dennis et al. (2007), usando un fMRI compuesto, han medido la actividad cerebral durante una prueba de decodificación semántica usando palabras y midiendo las áreas activas y bloqueadas, de forma transiente y sostenida. El área relacionada a la disminución de la codificación semántica transitoria fue el hipocampo y las regiones visuales, pero también se determinó un aumento en la actividad en la corteza prefrontal izquierda con la edad. En contraposición, en los individuos adultos la actividad en la corteza prefrontal izquierda fue menor, y no mostraron áreas con actividad sostenida. Los autores entonces sugieren que, durante la clasificación semántica, hay menos actividad espontánea mediada por el hipocampo, pero mayor uso de procesos semánticos mediados por la corteza prefrontal izquierda. Entonces, la correcta funcionalidad de la corteza prefrontal puede implicar el correcto desempeño en actividades de decodificación sostenida, mientras que su deficiencia se relaciona con la edad. Sin embargo, este resultado es controversial, ya que Grady et al., (2008), reportó que usando sonidos ambientales y fMRI compuesto para examinar la memoria de trabajo para la información auditiva espacial y no espacial, donde también evaluaba las actividades transitorias y sos-

tenidas, los adultos mayores tenían más actividad en los lóbulos occipital parietal y bilateral izquierdo durante ambas tareas, aumentando la actividad transiente en pruebas no espaciales en las regiones parietales y subcorticales. Por lo tanto, en el procesamiento de la información auditiva aún no se ha esclarecido cuáles áreas se relacionan en forma transitoria y sostenida, y a encontrar un sonido en forma espacial (entre varios sonidos) recurriendo a la memoria, y a recordar sonidos en sí, sin determinar un área espacial de dónde provienen (información auditiva no espacial).

Por otro lado, la evidencia es bastante sólida en obtener cambios en la actividad de corteza prefrontal y en la actividad en hipocampo durante la memoria de procesos. Un estudio en particular también eliminó cualquier factor de confusión de las diferencias de rendimiento en adultos mayores estudiando las condiciones bajo las cuales estos pueden rendir tan bien como los adultos más jóvenes. Daselaar et al. (2006) utilizando un test de reconocimiento verbal para evaluar el recuerdo y familiaridad de palabras en adultos jóvenes y mayores, y compararon el rendimiento en un tema determinado entre ambos grupos, encontraron una menor actividad del hipocampo asociada a los recuerdos, y una mayor actividad rinal-frontal relacionada a la familiaridad en adultos mayores en relación con el grupo de menor edad.

Los autores interpretaron estos hallazgos como evidencia de que los adultos mayores compensan los déficits del hipocampo confiando más sobre la corteza rinal, posiblemente a través de una modulación frontal. Compararon adultos jóvenes y adultos mayores en pruebas de memoria de reconocimiento verbal bajo atención plena y dividida, en que la tarea de segundo plano o secundaria era hacer ejercicios de animación en palabras (Fernández y et al., 2006). Los adultos mayores mostraron la misma cantidad de interferencia de la memoria como adultos jóvenes durante la condición de atención dividida. Mientras que, estos últimos mostraron un aumento en la parte inferior izquierda de la corteza fronto lateral, junto con una disminución en la actividad del hipocampo derecho. De esta manera, se concluyó que la equivalente interferencia de memoria en los adultos mayores fue debido a la amortiguación del hipocampo y que la corteza fronto lateral inferior y anterior participa en la atención dividida si se consideran factores y características de un envejecimiento exitoso en torno a la memoria, como la genética y el estilo de vida.

Dado que se ha demostrado cierta estabilidad en el máximo de las actividades cognitivas en gran medida, el nivel de cognición en la edad avanzada parece estar determinado por el nivel cognitivo en la juventud (Gow et al., 2011). Por lo tanto, es poco probable que dependa la declinación de la memoria solo de una variable. En este sentido, se deben tomar mediciones a lo largo del tiempo y que consideren el desgaste del individuo

durante la prueba. También, es difícil dilucidar cuán afectada puede ser la memoria de factores de riesgo para el Alzheimer y de otros factores patológicos cognitivos sin un diagnóstico contundente, ya que al tenerlo se considera como un factor de exclusión del grupo de estudio. Por ejemplo, estudios que han determinado los factores de riesgo genético para Alzheimer en líquido cerebroespinal, han demostrado que quienes tienen menor tasa de riesgo son los que mejor rinden en pruebas de memoria episódicas y funciones ejecutivas en el transcurso de cuatro años. De esta manera, los trastornos neurocognitivos premórbidos no diagnosticados pueden explicar para una cierta porción de individuos un posible deterioro cognitivo, sin hacer diferencia de una población con envejecimiento normal. Varias condiciones médicas como hipertensión, resistencia a la insulina e inflamación también se asocian a menores resultados cognitivos en la adultez mayor (Yaffe et al., 2009). La depresión, por su parte, también predice un mayor deterioro cognitivo. De esta manera, para preservar la salud física y mental para una memoria exitosa durante el envejecimiento, se debe tener en cuenta que múltiples factores influyen a lo largo de la vida (Chodosh et al., 2007).

Las funciones intelectuales y, en particular, la memoria, tienen una alta influencia de la herencia y la poligenia, es decir, que un patrón de herencia de múltiples genes va a determinar esta función (Davies et al., 2011). Como múltiples genes están involucrados en la calidad de la memoria, esta variabilidad determina que la contribución de un gen es mínima para la función. De esta manera, el estudio de gemelos toma importancia para determinar la contribución de estas variabilidades. Un estudio de gemelos de alrededor de 80 años, (McClearn, 1997) correlacionó variabilidad genética con pruebas de memoria, mostrando que el 52% de la variación en la capacidad de memoria podría ser atribuido a factores genéticos.

Funciones ejecutivas

Las funciones ejecutivas son actividades mentales complejas necesarias para planificar, organizar, guiar, revisar, regularizar y evaluar el comportamiento para adaptarse al entorno y cumplir objetivos. Dentro de las funciones ejecutivas encontramos la planificación, el razonamiento, la flexibilidad, la inhibición, la toma de decisiones, estimación temporal, ejecución única, dual o multitarea. Las funciones ejecutivas, como atención e inhibición, no han sido estudiadas en la misma medida que la memoria de trabajo, pero los experimentos realizados en esta área han demostrado el mismo patrón básico de resultados que se ha encontrado para la memoria. Es decir, los adultos mayores han disminuido la actividad en algunas áreas cerebrales, mientras que, en otras, la actividad ha aumentado, en comparación con la actividad cerebral de los jóvenes adultos. Un estudio encontró que los adultos mayores tenían menos activi-

dad de la corteza prefrontal lateral durante las tareas que requieren la inhibición de las respuestas (Jonides et al., 2000), mientras que un segundo estudio encontró más actividad frontal en adultos mayores (Nielsen et al., 2002), con la diferencia principal de que en este último estudio se examinaron solo los ensayos de inhibición exitosos. Otros estudios han demostrado fallas en la supresión del cerebro asociadas a fallas en la inhibición de información irrelevante durante la búsqueda visual (Gazzaley et al., 2005; Milham et al., 2002). Esto indica una disminución en concentrar la atención en información específica, descartando la información irrelevante, como también una posible reorganización de cómo se concreta cerebralmente el proceso de atención.

Emociones

Una tendencia reciente y creciente en la investigación de la neurociencia cognitiva es el estudio de la emoción y la memoria emocional. Sostenidamente, la evidencia muestra que los adultos jóvenes muestran más memoria emocional para materias no emocionales (Kensinger et al., 2002; Charles et al., 2003). De acuerdo con estos hallazgos de comportamiento, los adultos jóvenes tienen una mayor actividad en la amígdala (llamado el centro del miedo) al ver estímulos emocionales negativos (Anderson et al., 2003) y, además, esta actividad se relaciona con la memoria persistente o recuerdos con este material (Dolcos et al., 2004; Kensinger y Corkin, 2004). Los adultos mayores pueden no reconocer mejor y evocar memoria para estímulos negativos (Grady et al., 2007) y pueden cometer más errores al clasificar las emociones negativas específicas en expresiones faciales que los adultos jóvenes (Calder et al., 2003; Keightley et al., 2006). Varios estudios han examinado los mecanismos neurales de estas diferencias de edad en el procesamiento de estímulos negativos, y todos muestran una menor actividad en la amígdala en adultos mayores, cuando se ven estímulos negativos, que en adultos jóvenes (Fischer et al., 2005). Sin embargo, la actividad de la amígdala puede ser influenciada por la valoración o importancia, como también por la familiaridad (Gobbini y Haxby, 2007).

Percepción

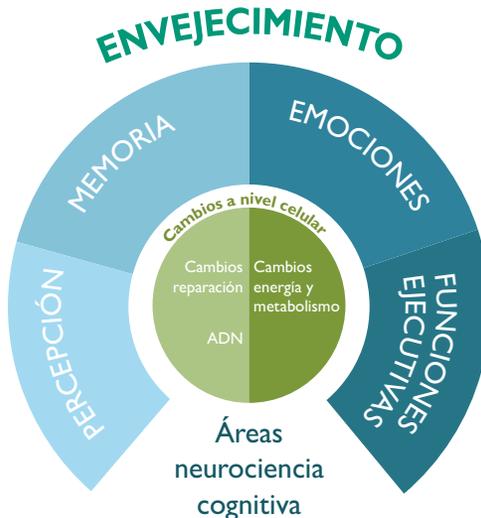
Uno de los efectos caracterizados sobre la percepción ha sido el estudio de la función visual. Algunos estudios han encontrado un patrón de exceso de reclutamiento de actividad en algunas áreas del cerebro por parte de adultos mayores, así como una actividad reducida en las cortezas visuales (Madden et al., 2004). Estos estudios han indicado que los adultos mayores pueden poner mayor énfasis en el control atencional, en compensación por la disminución relacionada con la edad en la eficiencia del procesamiento visual. En uno de los estudios recientes, Chee et al., (2006) utilizaron

el fenómeno de la adaptación del fMRI, que refleja una disminución de la actividad observada en la corteza sensorial cuando se repite un estímulo (Grill-Spector y Malach, 2001). La adaptación es una forma cada vez más popular de determinar la respuesta de las regiones cerebrales a determinadas características de un estímulo específico. En este estudio, adultos jóvenes y de mayor edad vieron objetos observados en una escena visual, los que fueron nuevos o repetidos. En los adultos jóvenes, se produce una adaptación a los objetos con actividad en el giro occipital fusiforme e inferior a las escenas en el giro parahipocampal y unión contextual (adaptación a pares específicos objetos-escenas). Respecto de estudios de memoria del trabajo auditivo realizados por Grady et al., (2008), también se encontraron menos adaptaciones en adultos mayores. Además, el nivel de adaptación logrado por los adultos mayores se relaciona con su desempeño de la tarea. Algunos de los adultos mayores que eran mejores en reducir la actividad en la corteza auditiva a objetivos específicos, mostraron una mejor detección de los objetivos. Ambos experimentos indican que las diferencias de edad en la adaptación que podrían reflejar diferencias en el procesamiento básico de características, podrían influir en funciones de orden superior como la memoria.

Respecto del efecto del envejecimiento sobre alteraciones a nivel celular y molecular que impactan sobre funciones cognitivas complejas en el cerebro, la evidencia muestra alteraciones características como: a) alteración de la función de las mitocondrias, b)

Figura 2

Áreas de estudio de neurociencia cognitiva en el envejecimiento



Nota. Para el estudio de funciones complejas y de cognición superior se concluye el estudio mediante fMRI y otras metodologías de actividad cerebral.

acumulación del daño oxidativo intracelular, c) regulación alterada del metabolismo energético, d) alteración de los mecanismos de autofagia y proteasoma, e) baja adaptación al estrés desregulado, f) reparación del DNA disminuida, g) actividad neuronal desregulada, Ca^{2+} y, por último, h) inflamación. Con más detalle puede ser revisado el *review* de Mattson y Arumugam, 2018, para profundizar sobre metabolismo celular alterado por efecto del envejecimiento. Es importante remarcar que algunas llamadas con deficiencias tienen como parámetros la juventud o adultez con un mayor éxito en el objetivo como, por ejemplo, evocar recuerdos. Sin embargo, el envejecer lleva cambios asociados a disminución funcional, pero esto no significa necesariamente que se está en presencia de enfermedad.

Envejecimiento activo

Cuando se pone en perspectiva el envejecimiento exitoso, aparecen dos grandes corrientes de investigación que amplían este concepto. Primero, ¿qué significa el envejecimiento exitoso? Y, en segundo lugar, ¿cómo las personas envejecen con éxito? (Baltes y Carstensen, 1996; Rowe y Kahn, 2015). El problema central del envejecimiento exitoso es identificar los factores que permitan evitar el cambio negativo –desde la perspectiva de declinación funcional– dado por la edad y mantener la funcionalidad: ya sean actividades y actitudes desde la juventud o mediana edad (Havighurst, 1961) que apunten a disminuir los cambios en memoria, cognición o cambios estructurales y funcionales del cerebro (Josefsson et al., 2012; Nyberg et al., 2012). Interesantemente, varios de estos factores, como la actividad física, aún a cómo y el qué.

Desde el punto de vista psicológico, Baltes y Baltes (1990) plantean el envejecimiento exitoso como aquellas estrategias que las personas de mayor edad pueden poner en práctica para adaptarse al ambiente frente a los cambios físicos y psicológicos inherentes al avance de la edad (Mortensen et al., 2014). De esta manera, se acuñó el término de optimización selectiva y optimización (Baltes y Baltes, 1990). La selección se refiere a una restricción. Podría ejemplificarse de la siguiente forma: si una persona experimenta deficiencias cognitivas o motoras, podría eventualmente elegir determinados periodos del día para la conducción que involucren buena visibilidad y poco tráfico. La selección también se relaciona a evitar situaciones con nuevos aprendizajes y en su lugar elegir situaciones familiares, en donde el aprendizaje ya está consolidado. La optimización se refiere a la mejora a través de la intervención que facilite la actividad cognitiva o motora. Y, por último, la compensación, significa que una deficiencia con origen cognitivo o motor impide que se logre un objetivo de la misma manera anterior a la aparición de la deficiencia, es decir, hay una brecha entre la competencia para

cierta actividad y lo que se demanda externamente para el cumplimiento de ella. Por ejemplo, en el caso de la memoria, estaría asociado a usar recordatorios externos para desarrollar las actividades cotidianas.

Figura 3

Componentes que contribuyen a un envejecimiento exitoso



Nota. Soporte ambiental, red social de soporte y las actividades personales desde la juventud a la vejez.

En los últimos años el aprendizaje de habilidades motoras en adultos de mayor edad es un tópico de interés para varias áreas de la ciencia. Varios estudios muestran que el aprendizaje motor o práctica física puede potenciar las capacidades del control motor y desempeño en individuos adultos mayores sanos y pacientes con diagnóstico de Alzheimer y de defectos cognitivos leves (Yan, 2000). Meyer et al., (1988) propusieron un modelo para obtener una mejora motora considerando la disminución en las funciones cognitivas. Este modelo sugiere que, para una tarea motora rápida orientada a objetivos, el submovimiento primario del movimiento final está bajo control interno o central. Sin embargo, el submovimiento secundario está bajo control periférico (mediante el uso de retroalimentación visual) para alcanzar el objetivo. De esta manera, el soporte ambiental toma protagonismo para facilitar el apoyo del submovimiento secundario (figura 4). Entonces ¿cuáles son los determinantes para un uso exitoso del proceso de optimización selectiva y optimización? Una manera de abordarlo es referir a la reserva cognitiva antes mencionada (Park y Reuter-Lorenz, 2009; Stern, 2009) pero depende también de cuán enriquecido es el ambiente y cómo este ambiente favorecedor interacciona entre sí. Este es el llamado andamiaje ambiental (Baltes y Carstensen, 1996),

que impacta directamente en la cantidad, calidad y efectividad con que se pueden superar las brechas considerando las múltiples posibilidades individuales. En este sentido, la tecnología se puede adaptar para proveer más estructura de soporte para lograr objetivos. Para este fin se pueden usar dispositivos de asistencia (por ejemplo, un teléfono inteligente o los equipos del entorno como una ducha inteligente) que necesiten aprender del usuario, e incluso adaptarse a individualidades.

Educación, ocupación laboral y actividades estimulantes cognitivamente en el envejecimiento exitoso

Dentro de los factores asociados al estilo de vida, el mayor nivel de estudios formales es una de las variables más comúnmente asociadas con un mejor envejecimiento exitoso (Josefsson et al., 2012). Sin embargo, alcanzar un nivel educacional mayor se relaciona a diversos factores del entorno que pueden apoyar este logro, sin tener una causalidad directa a la actividad cognitiva. Una asociación probable que permite relacionar la función cognitiva con el éxito educativo es que las habilidades innatas cognitivas que conducen a la educación superior también permiten obtener un efecto protector sobre el cambio cognitivo con la edad. Un estudio de 3.435 personas durante 18 años con una amplia variabilidad en la socio-demografía demostró un efecto protector de la educación sobre el cambio en la memoria, el lenguaje, la capacidad visual-espacial y la velocidad de procesamiento (Zahodne et al., 2015). Mientras que un efecto protector en el subgrupo de mayor educación estuvo mediado por mayores ingresos económicos, en el subgrupo de menor educación también algunos individuos mostraron un positivo avance con la edad de las funciones cognitivas. Esta aparente contradicción plantea una explicación alternativa que reúne a ambos subgrupos, excluyendo la variable asociada a síntomas depresivos. Al parecer, la escolarización temprana, menor a los nueve años, podría conferir el efecto protector al promover el desarrollo neurológico en la infancia.

Stern (2009) plantea que existe una reserva cognitiva, asociada al aprendizaje, social, cultural e intelectual, que aumenta el número de redes, es decir, mejora la conectividad neural y ofrece resistencia al deterioro funcional frente a la neuropatología como el Alzheimer. Dos características mayormente asociadas a esta reserva cognitiva son: altos niveles de educación y mayor tiempo de ocupación laboral en actividades cognitivas complejas. Por otro lado, Zahodne (2015) determinó que el acceso a mayor educación en edades más tardías es un determinante directo de altos ingresos económicos, acceso a atención médica de alta calidad, y menos estresores, por lo tanto, la contribución del alto nivel educacional es controversial como única variable que favorezca

el envejecimiento exitoso. Sin embargo, una explicación alternativa es que el efecto protector de un alto nivel educativo esté dado porque este alto nivel educacional promueve decisiones más favorables relacionadas con la salud y el estilo de vida que, a su vez, actúan para preservar la cognición en el envejecimiento. También la complejidad ocupacional hasta la jubilación se ha relacionado con efectos beneficiosos sobre la cognición, pero no después de esta (Finkel et al., 2009). La complejidad ocupacional se relaciona a profesiones que involucren alta interacción social, incluyendo aspectos como la tutoría y el trabajo social. Sin duda, la interacción entre diferentes estilos de vida y la actividad laboral pueden dificultar aislar la contribución de las distintas variables a la función cognitiva.

De esta manera, existe un vacío a llenar en investigación en cuanto a enriquecer el conocimiento de los procesos del envejecimiento y su adaptación, considerando las múltiples variables que afectan el entorno humano como la demografía, factores psicosociales, problemas atinentes (emergencia climática) y de adaptación al trabajo, entre otros. El objetivo es ayudar a superar las dificultades que enfrentan las personas de mayor edad en su vida cotidiana e impactar con intervenciones orientadas a mejorar la calidad de vida. Varios estudios también muestran que las actividades de ocio cognitivamente estimulantes están asociadas con menos deterioro cognitivo en la edad adulta (Andel et al., 2016; Hultsch et al., 1999; Vemuri et al., 2014) ya que, posiblemente, algunas actividades de ocio pueden influenciar la baja ocupación laboral, incluso después de la jubilación (Andel et al., 2016).

Hay tres formas en que el ocio en el tiempo libre puede ayudar a las personas en caso de enfermedades crónicas. Primero, la participación en actividades de ocio en el tiempo libre puede servir como una distracción positiva, mejorando así el afecto y fomentando la esperanza (Hutchinson et al., 2008). En segundo lugar, la participación en actividades de ocio en el tiempo libre puede proporcionar oportunidades para que las personas mejoren o mantengan su salud física y / o mental, en caso de las formas de ocio físicamente activas. Se han asociado estas actividades con una mejora en la longevidad, independencia y funcionamiento cognitivo y físico. A pesar de la evidencia de que algunas formas de ocio pasivo, como ver televisión, están asociados con problemas de salud mental (Dupuis y Smale, 1995), se han encontrado muchas formas de actividades cognitivas y de ocio social que se correlacionan con una buena salud física y mental en la edad adulta (Herzog et al., 2002). Por el contrario, la desconexión y el aislamiento social se asocia con el deterioro cognitivo y se ve como un factor de riesgo significativo para una mayor vulnerabilidad en la edad adulta. Tercero, la participación en el ocio que es personalmente significativo puede contribuir al bienestar de las personas y a un envejecimiento exitoso (Dupuis, 2008).

Actuales desafíos en el bienestar del envejecimiento desde la neurociencia cognitiva

El problema del envejecimiento poblacional plantea un desafío a todo nivel para la gestión de los recursos humanos y mantenimiento de la calidad de vida. En este sentido, se ha planteado una perspectiva interesante que evidencia que existe un número creciente de trabajadores que envejece y que busca adaptarse a las demandas de su puesto de trabajo. Por otro lado, las organizaciones valoran la acumulación de conocimiento y experiencia profesional.

Otra perspectiva interesante, y que se vincula fuertemente a la actualidad dado el avance tecnológico, es el soporte ambiental, también denominado soporte contextual, el que involucra la presentación de señales externas u orientación del procesamiento. Por ejemplo, usar la palabra “pluma” para recordar la palabra clave “pollo” podría ser un tipo de soporte ambiental para mejorar la memoria en un test de recordar palabras (Craik, 1986). Baltes Paul y Margaret, ambos contribuidores de gran importancia al campo de la cognición durante el envejecimiento, plantean que, si bien existe una declinación de las habilidades cognitivas, existe también una disminución de la adaptación ambiental por la elección estratégica de comportamientos más adecuados con el estilo de vida personal. Esta concepción es en concordancia con los estudios de Balter y Willis (1982) donde la implementación estratégica de apoyos ambientales para los adultos puede mejorar la memoria dramáticamente en temas específicos. Sin embargo, el apoyo ambiental tiene un límite de su efectividad, donde las diferencias de edad pueden reducirse, pero no aliviarse por completo. La literatura sugiere que la cantidad de esfuerzo que se requiere para utilizar de manera eficaz el apoyo ambiental es determinante en su efectividad. Un ejemplo es que en ambientes que son familiares se observan menos déficits que en experiencias novedosas, que requieren un proceso con mayor auto-dependencia que puede ser más dificultoso (Park y Festini, 2016). Un estudio que puso a prueba si el recordar de forma personal o en forma colaborativa es más exitoso en personas adultas mayores que estuvieran en matrimonio a largo plazo, pone la perspectiva de que el ambiente social, sobre todo por personas cercanas, favorece evocar recuerdos. En este caso, cuando cada uno de los integrantes daba nombres de amigos, alcanzaba un tercio de los nombres correspondientes a su entorno que haciéndolo en pareja. Este estudio remarca la importancia de la comunicación efectiva y colaborativa, con término y hechos comunes y estratégicos que favorecen el recordar. También procesos como la repetición y el cambio continuo de turnos (para responder en este caso) respaldan una colaboración más efectiva. Sin embargo, en este estudio se expone también que las dificultades auditivas interrumpen este proceso de

memoria colaborativa, por lo tanto, tienen un mayor riesgo de padecer una declinación cognitiva (Barnier et al., 2019).

Wegner, en 1987, ya había establecido que los grupos sociales estables desarrollan un sistema de memoria transactiva, donde la memoria de situaciones en grupo facilita recuperar la información al recordar. Para que esta información sea colaborativa individualmente, cada individuo debe comunicar el recuerdo y la combinación individual lleva a recordar efectivamente, ya que considera su papel y su experiencia en el grupo. Wegner estableció al menos dos niveles de esta memoria colectiva en una categoría que sería como “recordar en grupo qué ocurrió en tal situación” y una memoria a nivel de elemento que involucraría recordar cada detalle de aquella situación (Harris et al., 2011).

Otro aspecto relevante es que en caso de que la persona mayor requiera cuidados a largo plazo, asociado a la disminución de la función física, mayor será la influencia del medio ambiente sobre el comportamiento y el bienestar (Pruchno y Rose, 2000; Wang y Wang, 2012). Los residentes de instalaciones que entregan apoyo a la movilidad física también reciben mayor influencia de la atención de cuidado (Kahanpää et al., 2016; Wang y Wang, 2012). De esta manera, los factores que podrían impactar en la salud mental, generando síntomas depresivos, incluyen: el tamaño y localización geográfica, el entorno, comodidades, el personal de atención, las políticas regulatorias y el entorno social. De esta forma, promover buenas relaciones entre instituciones que atienden a adultos mayores, y buenas relaciones interpersonales entre los residentes y el personal de atención de cuidados, puede reducir efectivamente los riesgos de depresión (Haugan et al., 2013). Si se considera el carácter comunitario de estas instalaciones, impulsar la participación en actividades grupales que incluyan tiempo de ocio y actividades físicas, ha demostrado conducir a una mejor salud mental entre los mayores (Domínguez y Molinari, 2014; Chao y Chen, 2018).

Así, dada la vigente evidencia del aumento de la esperanza de vida y el envejecimiento de la población, se plantean varias preguntas a solucionar ¿Cuántos adultos mayores alcanzan un envejecimiento exitoso?, ¿podríamos definir un criterio para determinar si se cumple? Si pudiésemos definir el consenso, ¿cuánto depende de los factores asociados a la juventud?, y, ¿cuántos se pueden mantener de una generación a otra? ¿Hemos determinado los factores claves del soporte ambiental en directa vinculación con el entorno inmediato, por ejemplo, considerando las distintas realidades nacionales? Aún hay espacio para investigar respecto a cuánto contribuye la carga genética, epigenética y el estilo de vida, al envejecimiento exitoso, o, para preguntarse si es que las deficiencias en la juventud pueden ser suplidas a edades más avanzadas. También,

¿cuáles son los programas actuales de intervención para favorecer el soporte ambiental y cuáles podrían ser sus mejoras? ¿Cuáles son los avances tecnológicos en torno al soporte ambiental para la población adulta mayor?

Bibliografía

- Andel R, Finkel D, Pedersen NL. (2016). Effects of preretirement work complexity and postretirement leisure activity on cognitive aging. *J. Gerontol. B* 71(5), 849–56.
- Anderson, N. D., y Craik, F. I. (2017). 50 Years of Cognitive Aging Theory. *The journals of gerontology. Series B, Psychological sciences and social sciences*, 72(1), 1–6. doi:10.1093/geronb/gbw108
- Anderson, A. K., Christoff, K., Panitz, D., De Rosa, E., y Gabrieli, J. D. (2003). Neural correlates of the automatic processing of threat facial signals. *Journal of Neuroscience*, 23(13), 5627–5633.
- Balota, D. A., Dolan, P. O., y Dubcek, J. M. (2000). Memory changes in healthy older adults. In E. Tulving y F. Craik (Eds.), *The Oxford Handbook of Memory*, pp. 395–410. New York: Oxford University Press.
- Baltes, P.B., Willis, S.L. (1982). Plasticity and Enhancement of Intellectual Functioning in Old Age. In: Craik, F.I.M., Trehub, S. (eds) *Aging and Cognitive Processes. Advances in the Study of Communication and Affect*, vol 8. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4684-4178-9_19
- Baltes, P. B., y Baltes, M. M. (1990). Psychological perspectives on successful aging: The model of selective optimization with compensation. In P. B. Baltes y M. M. Baltes (Eds.), *Successful aging: Perspectives from the behavioral sciences* (pp. 1–34). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511665684.003>
- Barnier, A. J., Harris, C. B., Morris, T., Strutt, P., y Savage, G. (2019). The Impact of Self- Reported Hearing Difficulties on Memory Collaboration in Older Adults. *Frontiers in neuroscience*, 13, 870. doi:10.3389/fnins.2019.00870
- Biswal, B. B. (2012). “Resting state fMRI: A personal history. [Review]”. *NeuroImage*. 62(2), 938–944.
- Calder, A. J., Keane, J., Manly, T., Sprengelmeyer, R., Scott, S., Nimmo-Smith, I., et al. (2003). Facial expression recognition across the adult life span. *Neuropsychologia*, 41(2), 195–202.
- Cattell, R. B. (1971). *Abilities: Their structure, growth, and action*. Boston, MA: Houghton Mifflin.
- Chao Shiau-Fang y Yu-Chih Chen. (2019). Environment patterns and mental health of older adults in long-term care facilities: the role of activity profiles, *Aging & Mental Health*, 23(10), 1307–1316, DOI: 10.1080/13607863.2018.1484889
- Charles, S. T., Mather, M., y Carstensen, L. L. (2003). Aging and emotional memory: the forgettable nature of negative images for older adults. *Journal of Experimental Psychology: General*, 132(2), 310–324.
- Chee, M.W., Goh, J. O., Venkatraman, V., Tan, J. C., Gutchess, A., Sutton, B., et al. (2006). Age-related changes in object processing and contextual binding revealed using fMRI adaptation. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 18(4), 495–507.
- Chodosh J, Kado DM, Seeman TE, Karlamangla AS. (2007). Depressive symptoms as a predictor of cognitive decline: MacArthur studies of successful aging. *Am. J. Geriatr. Psychiatry* 15(5), 406–15.
- Craik, F. (1986). A functional account of age differences in memory. In F. Klix y H. Hagendorf (Eds.), *Human memory and cognitive capabilities: Mechanisms and performances*. Elsevier, Amsterdam, pp. 409–422.

- Daselaar, S. M., Fleck, M. S., Dobbins, I. G., Madden, D. J., y Cabeza, R. (2006). Effects of healthy aging on hippocampal and rhinal memory functions: an event-related fMRI study. *Cerebral Cortex*, 16(12), 1771–1782.
- Davies G, Tenesa A, Payton A, Yang J, Harris SE, et al. (2011). Genome-wide association studies establish that human intelligence is highly heritable and polygenic. *Mol. Psychiatry* 16(10), 996–1005.
- Dehaene, S. (1997). *The number sense. how the mind create mathematics*. Oxford University Press.
- Dennis, N. A., Daselaar, S., y Cabeza, R. (2007). Effects of aging on transient and sustained successful memory encoding activity. *Neurobiology of Aging*, 28(11), 1749–1758.
- Dolcos, F., LaBar, K. S., y Cabeza, R. (2004). Interaction between the amygdala and the medial temporal lobe memory system predicts better memory for emotional events. *Neuron*, 42(5), 855–863.
- Dominguez D, Molinari V, Jang Y, y Park N. (2014). *Social engagement in older residents of assisted living facilities*. *Aging Mental Health*. 18(5), 642 doi: 10.1080/13607863.2013.866634.
- Fernandes, M. A., Pacurar, A., Moscovitch, M., y Grady, C. L. (2006). Neural correlates of auditory recognition under full and divided attention in young and old adults. *Neuropsychologia*, 44(12), 2452–2464.
- Finkel D, Andel R, Gatz M, y Pedersen NL. (2009). The role of occupational complexity in trajectories of cognitive aging before and after retirement. *Psychol. Aging* 24(3), 563– 73.
- Foos, P. W., y Wright, L. (1992). Adult age differences in the storage of information in working memory. *Experimental Aging Research*, 18(1-2), 51–57.
- Gazzaley, A., Cooney, J. W., Rissman, J., y D'Esposito, M. (2005). Top-down suppression deficit underlies working memory impairment in normal aging. *Nature Neuroscience*, 8(10), 1298–1300.
- Gobbini, M. I., y Haxby, J. V. (2007). Neural Systems for Recognition of Familiar Faces. *Neuropsychologia*, 45(1), 32-41.
- Glover G. H. (2011). Overview of functional magnetic resonance imaging. *Neurosurgery clinics of North America*, 22(2), 133–vii. doi: 10.1016/j.nec.2010.11.001
- Gow A, Johnson W, Pattie A, Brett CE, Roberts B, et al. (2011). Stability and change in intelligence from age 11 to ages 70, 79, and 87: the Lothian Birth Cohorts of 1921 and 1936. *Psychol. Aging* 26(1), 232–40.
- Grady, C. L., Yu, H., y Alain, C. (2008). Age-related differences in brain activity underlying working memory for spatial and nonspatial auditory information. *Cerebral Cortex*, 18(1), 189–199.
- Grill-Spector, K., y Malach, R. (2001). fMR-adaptation: a tool for studying the functional properties of human cortical neurons. *Acta Psychologica (Amsterdam)*, 107(1-3), 293-321.
- Gutchess, A. H., Hebrank, A., Sutton, B. P., Leshikar, E., Chee, M.W., Tan, J. C., et al. (2007). Contextual interference in recognition memory with age. *NeuroImage*, 35(3), 1338–1347.
- Harris C. B., Keil P. G., Sutton J, Barnier A. J., y McIlwain D. J. F. (2011). We remember, we forget: collaborative remembering in older couples. *Disc. Process*. 48(4), 267–303.
- Hartshorne, J. K., y Germine, L. T. (2015). When does cognitive functioning peak? The asynchronous rise and fall of different cognitive abilities across the life span. *Psychological Science*, 26(4), 433–443. doi:10.1177/0956797614567339
- Haugan, G., Innstrand, S. T., y Moksnes, U. K. (2013). The effect of nurse-patient interaction on anxiety and depression in cognitively intact nursing home patients. *Journal of Clinical Nursing*, 22(15-16), 2192–2205. doi:10.1111/jocn.12072
- Hedden T, Oh H., Younger A.P., Patel T.A. (2013) Meta-analysis of amyloid-cognition relations in cognitively normal older adults. *Neurology*. 80(14),1341-8. doi: 10.1212/WNL.0b013e-31828ab35d.

- Herzog, A. R., Ofstedal, M. B., y Wheeler, L. M. (2002). Social engagement and its relationship to health. *Clinics in Geriatric Medicine*, 18(3), 593-609.
- Horn, J. L. (1970). Organization of data on life-span development of human abilities. In L. R. Goulet y P. B. Baltes (Eds.), *Life-span developmental psychology: Research and theory*. New York: Academic Press.
- Horn, J. L., y Donaldson, G. (1976). On the myth of intellectual decline in adulthood. *American Psychologist*, 31(10), 701-719. doi:10.1037/0003-066x.31.10.701
- Hultsch D., Hertzog C., Small B., y Dixon R. (1999). Use it or lose it: engaged lifestyle as a buffer of cognitive decline in aging? *Psychol. Aging* 14(2), 245-63.
- Hutchinson, S. L., Yarnal, C. M., Son, J. S., y Kerstetter, D. (2008). Beyond fun and friendship: The Red Hat Society® as a coping resource for older women. *Ageing & Society*, 28, 979-999.
- Jonides, J., Marshuetz, C., Smith, E. E., Reuter-Lorenz, P. A., Koeppe, R. A., y Hartley, A. (2000). Age differences in behavior and PET activation reveal differences in interference resolution in verbal working memory. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12(1), 188-196.
- Josefsson M, de Luna X, Pudas S, Nilsson LG, y Nyberg L. (2012). Genetic and lifestyle predictors of 15-year longitudinal change in episodic memory. *J. Am. Geriatr. Soc.* 60(12), 2308-12.
- Keightley, M. L., Winocur, G., Burianova, H., Hongwanishkul, D., y Grady, C. (2006). Age effects on social cognition: faces tell a different story. *Psychology and Aging*, 21(3), 558-572.
- Kensinger, E. A., Brierley, B., Medford, N., Growdon, J. H., y Corkin, S. (2002). Effects of normal aging and Alzheimer's disease on emotional memory. *Emotion*, 2(2), 118-134.
- Kensinger, E. A., y Corkin, S. (2004). Two routes to emotional memory: distinct neural processes for valence and arousal. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 101(9), 3310- 3315.
- Lindenberger, U., y Mayr, U. (2014). Cognitive aging: is there a dark side to environmental support? *Trends in cognitive sciences*, 18(1), 7-15. doi:10.1016/j.tics.2013.10.006
- Logan, J. M., Sanders, A. L., Snyder, A. Z., Morris, J. C., y Buckner, R. L. (2002). Under- recruitment and nonselective recruitment: dissociable neural mechanisms associated with aging. *Neuron*, 33(5), 827-840.
- Logothetis, N. K. (2008). What we can do and what we cannot do with fMRI. *Nature*, 453(7197), 869-878.
- Madden, D. J., Spaniol, J., Whiting, W. L., Bucur, B., Provenzale, J. M., Cabeza, R., et al. (2007). Adult age differences in the functional neuroanatomy of visual attention: a combined fMRI and DTI study. *Neurobiology of Aging*, 28(3), 459- 476.
- Mattson, M. P., y Arumugam, T. V. (2018). Hallmarks of Brain Aging: Adaptive and Pathological Modification by Metabolic States. *Cell metabolism*, 27(6), 1176-1199. doi:10.1016/j.cmet.2018.05.011
- Meyer DE, Abrams RA, Kornblum S, Wright CE, y Smith JEK. (1988). Optimality in human motor performance: ideal control of rapid aimed movements. *Psychol Rev* 95(3):340- 370.
- Milham, M. P., Erickson, K. I., Banich, M. T., Kramer, A. F., Webb, A., Wszalek, T., et al. (2002). Attentional control in the aging brain: insights from an fMRI study of the stroop task. *Brain and Cognition*, 49(3), 277-296.
- Mortensen, E. L., Flensburg-Madsen, T., Molbo, D., Fagerlund, B., Christensen, U., Lund, R., y Avlund, K. (2014). The Relationship between Cognitive Ability and Demographic Factors in Late Midlife. *Journal of Aging and Health*, 26(1), 37-53. https://doi.org/10.1177/0898264313508780
- Nielson, K. A., Langenecker, S. A., y Garavan, H. (2002). Differences in the functional neuroanatomy of inhibitory control across the adult life span. *Psychology and Aging*, 17(1), 56-71.

- Kahanpää, A., Noro, A., Finne-Soveri, H., Lehto, J., y Perälä, M. L. (2016) Perceived and observed quality of long-term care for residents— Does functional ability account? *International Journal of Older People Nursing*, 11(3), 194–203.
- Park, D. C., y Festini, S. B. (2016). Theories of memory and aging: A look at the past and a glimpse of the future. *Journal of Gerontology: Psychological Sciences*.
- Park DC, Reuter-Lorenz P. (2009). The adaptive brain: aging and neurocognitive scaffolding. *Annu. Rev. Psychol.* 60, 173–96.
- Pruchno, R. A., y Rose, M. S. (2000). The effect of long-term care environment on health outcomes. *The Gerontologist*, 40(4), 422–428. doi:10.1093/geront/40.4.422
- Raz, N., y Rodrigue, K. M. (2006). Differential aging of the brain: Patterns, cognitive correlates and modifiers. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 30(6), 730–748. doi:10.1016/j.neubiorev.2006.07.001
- Solé-Padullés C, Bartrés-Faz D, Junqué C, Clemente IC, Molinuevo JL, Bargalló N, Sánchez-Aldeguer J, Bosch B, Falcón C, y Valls-Solé J. (2006). Repetitive transcranial magnetic stimulation effects on brain function and cognition among elders with memory dysfunction. A randomized sham-controlled study. *Cereb Cortex*. 16(10), 1487-93. doi: 10.1093/cercor/bhj083. Epub 2005 Dec 7. PMID: 16339086.
- Sperr E. PubMed by Year. (2016). Available from <http://esperr.github.io/pubmed-by-year/>
- Stern Y. (2009). Cognitive reserve. *Neuropsychologia* 47(10), 2015–28.
- Vemuri P, Lesnick TG, Przybelski SA, Machulda M, y Knopman DS. (2014). Association of lifetime intellectual enrichment with cognitive decline in the older population. *JAMA Neurol.* 71(8), 1017–24.
- Wang, J., y Wang, X. (2012). *Structural equation modeling: Applications using Mplus*. Chichester. West Sussex: John Wiley & Sons.
- Yan, JH. (2000). The effects of aging on linear and curvilinear arm movement control. *Exp Aging Res* 26(4):393-407.
- Zahodne LB, Stern Y, y Manly JJ. (2015). Differing effects of education on cognitive decline in diverse elders with low versus high educational attainment. *Neuropsychology* 9(4):649–57.

Capítulo II

Metabolismo y función cardiorrespiratoria en el adulto mayor

Dr. Pablo Troncoso G.

Facultad de Ciencias de la Salud, carrera de Kinesiología, Universidad Autónoma de Chile sede Talca.

Cambios morfológicos y funcionales del corazón

Diversos estudios han demostrado que el envejecimiento modifica las estructuras anatómicas y la función, tanto del corazón, como del sistema vascular. Entre los 30 y 90 años, el corazón aumenta su peso entre 1 y 1,5 gramos por año, debido al incremento del espesor de las paredes ventriculares. El engrosamiento de la válvula mitral con esclerosis y calcificación degenerativa, así como la prolongación del periodo de relajación isométrica, produce una disminución en un 50% de la velocidad de llenado rápido ventricular en mayores de 65 años. El engrosamiento de la válvula aórtica y su consecuente estenosis produce una disminución en la fracción de eyección con un incremento del grosor concéntrico del ventrículo izquierdo. La hipertrofia de la pared ventricular, así como los cambios miocárdicos intrínsecos, producen una disminución de la distensibilidad del ventrículo izquierdo con un consecuente leve aumento del tamaño de la aurícula izquierda en el adulto mayor. El número de miocitos disminuye, con un incremento en el tamaño de estos de modo compensatorio, y el número de células marcapasos se reduce progresivamente sin afectar el ritmo sinusal. En cuanto a las arterias coronarias, estas presentan un engrosamiento de la capa íntima por depósitos de calcio, fosfolípidos y esteres de colesterol, generando una mayor rigidez de la pared vascular limitando la regulación de la perfusión coronaria (Marron, 2019; García 2016; Pemberthy, 2016).

Tabla 1.

Principales cambios morfológicos del corazón con la edad

Aumenta el peso del corazón
Aumenta el grosor de las paredes ventriculares
Aumenta el engrosamiento de las válvulas mitral y aórtica
Aumenta el tamaño de la aurícula izquierda
Hay una disminución del número de miocitos y aumento de su tamaño
Hay una disminución del número de células sinusales
Aumenta la rigidez de las coronarias y la disminución del lumen de los vasos
Aumenta la rigidez del ventrículo izquierdo

Los cambios funcionales del corazón están estrechamente ligados a los cambios morfológicos. En el envejecimiento sano la disminución de la actividad enzimática oxidativa y del volumen mitocondrial disminuye la captación y remoción de calcio por el retículo sarcoplásmico de las células miocárdicas, enlenteciendo la relajación y la contracción miocárdica en individuos de edad avanzada. La función sistólica, medida por la fracción de eyección, se mantiene normal en condiciones de reposo o de baja demanda física, con una disminución del 1% anual del gasto cardíaco en estado de reposo. En condiciones de esfuerzo físico el volumen sistólico disminuye y la frecuencia cardíaca puede estar normal o disminuida en reposo. El acortamiento de la diástole cardíaca que se expresa en condiciones de aumento de la demanda metabólica, estrés por enfermedad, por incremento de la demanda física, con un incremento de la frecuencia cardíaca (la que está disminuida en esfuerzo máximo), va a afectar el tiempo de llenado ventricular, que es más corto, y la perfusión coronaria que ocurre en fase diastólica, situación que induce a la aurícula izquierda a aumentar su participación en el llenado ventricular, con un aumento de tamaño e hipertrofia de sus paredes. Aun así, el incremento del trabajo físico está acompañado de un incremento del gasto cardíaco, a pesar de que la frecuencia cardíaca máxima es menor en la vejez, el gasto cardíaco logra incrementarse en relación con el nivel del esfuerzo físico a expensas del mecanismo de Frank Starling que compensa el volumen de sangre eyectado. En esfuerzo máximo, se reduce el gasto cardíaco máximo y el volumen sistólico máximo asociado a una disminución de la contractilidad miocárdica, lo que corresponde a características normales del envejecimiento (Marron, 2019; Pemberthy, 2016).

La remodelación vascular ocurre como resultado de una constante distensión cíclica de la pared arterial, principalmente en las arterias de conducción (diámetro mayor a 300 micrómetros) asociado a la remodelación de la matriz extracelular, con aumento de fibras

de colágeno, disminución de elastina, expresión de moléculas de adhesión y proliferación de células musculares lisas de la pared arterial. Esto conlleva a una degeneración de la fibra elástica, adelgazamiento, ramificación y fractura, con una disminución de su volumen en la pared arterial, acompañado de un engrosamiento de la pared y una disminución del lumen del vaso sanguíneo (Marron, 2019; Pemberthy, 2016).

La disfunción endotelial asociada al envejecimiento y a estados de hipoglicemia contribuye a un incremento de la vasoconstricción, a una disminución en la biodisponibilidad del óxido nítrico, una disminución de la angiogénesis y al aumento de la rigidez vascular mediada por canales endoteliales de sodio. Este aumento de la poscarga, con un aumento de la resistencia vascular total, se caracteriza por una disminución de la capacidad amortiguadora de las arterias (aumento de la impedancia vascular) en especial de la aorta en su porción proximal. A nivel periférico, se observa una disminución del lumen arteriolar (componente no pulsátil), incremento de la reflexión de la onda de pulso que viaja retrógradamente a través de vasos de conductancia más rígidos, llegando al cayado aórtico en la fase tardía de la sístole en vez de llegar en la fase diastólica (componente pulsátil), aumentando la inercia de la sangre y la presión de pulso. Estas condiciones pueden preceder el desarrollo de hipertensión arterial.

Una porción de esta reducida función cardiovascular se encuentra asociada al envejecimiento debido al incremento del sedentarismo a lo largo de la vida. Entre los 50 y 64 años se incrementa la rigidez del ventrículo izquierdo y sobre los 65 años, esta rigidez se acompaña por una disminución de la distensibilidad del ventrículo izquierdo. Las recomendaciones sobre actividad física regular enuncian que mantenerse físicamente activo desde la juventud y durante la adultez, puede retardar y atenuar estos cambios (De León, 2017; Thyfault, 2015; Pemberthy, 2016).

Tabla 2.

Principales cambios funcionales cardiovasculares

Disminución de la actividad oxidativa miocárdica
Enlentecimiento de la sístole y de la diástole
Acortamiento de la diástole con el aumento del metabolismo
Regulación de la fracción de eyección por el mecanismo de Frank Starling
Volumen sistólico normal en reposo
Disminución del gasto cardíaco máximo, volumen sistólico máximo y contractilidad miocárdica.
Frecuencia cardíaca normal o disminuida en reposo / disminuida en esfuerzo máximo
Acortamiento del tiempo de llenado ventricular

Menor perfusión coronaria
Incremento de la participación de aurícula izquierda en llenado ventricular
Aumento de la impedancia vascular
Aumento de la presión de pulso
Incremento de la poscarga y de la presión arterial sistólica
Disminución de la distensibilidad del ventrículo izquierdo

Cambios morfológicos y funcionales del sistema respiratorio

El sistema pulmonar no está ajeno al proceso del envejecimiento. Diversos estudios han mostrado disminución de los espacios intervertebrales e intercostales asociados a cifosis, escoliosis o cifoescoliosis, lo que disminuye la eficiencia y la movilidad de la parrilla costal, al ser más pequeña, con un incremento de la rigidez de la pared torácica. Se ha descrito en el parénquima pulmonar que una disminución de la elasticidad alveolar conlleva a una mayor dificultad de expandirse en la inspiración, sin cambios en la capacidad pulmonar total (CPT), clínicamente evidenciado por un aumento de la frecuencia respiratoria en reposo. También un incremento de la distensibilidad pulmonar debido a una menor retracción elástica del parénquima pulmonar, e incremento del espacio aéreo con una disminución del área de superficie alveolar. A su vez, se observa una disminución de la capacidad de higiene del mucus de la vía aérea debido a una disminución de la fuerza del mecanismo de tos asociado a una disfunción del escalador mucociliar, tanto de la vía periférica como central (Tran, 2018; Ramly, 2015).

Tabla 3.

Cambios morfológicos del sistema respiratorio

Disminución de espacios intervertebrales e intercostales
Disminución de la presión inspiratoria máxima
Disminución de la presión espiratoria máxima
Aumento de la distensibilidad pulmonar
Disminución de la función del escalador mucociliar

Dentro de los cambios funcionales del sistema respiratorio destacan las modificaciones en los volúmenes y capacidades pulmonares. Se observa una progresión de los cambios volumétricos en las personas desde los 20 a 89 años, con una progresiva disminución de la máxima capacidad de respiración, una disminución de la capacidad vital y una mantención de las capacidades pulmonares totales. Predomina el atrapamiento de

aire, hiperinsuflación, incremento del volumen residual de 5% a 10% por década, que altera biomecánicamente la relación longitud tensión diafragmática, disminuyendo la capacidad de generar fuerza, con un incremento de la capacidad residual funcional de 1% a 3% por década.

La edad tiene un importante efecto sobre las mediciones dinámicas de la función pulmonar, que requieren una coordinada respuesta neuro muscular (respirar a una gran frecuencia y volumen) comparada con la medición de una única respuesta máxima. La uniformidad de la distribución de la ventilación pulmonar disminuye con la edad. Esta condición fisiológica sugiere que los pulmones del adulto mayor son más susceptibles a un prematuro colapso alveolar localizado debido a un incremento del volumen de cierre, generando una disminución del intercambio gaseoso (Ramly, 2015). Además, se produce una reducción de la capacidad vital forzada (CVF) y la disminución del volumen espiratorio forzado en 1 segundo (VEF_1) en 30 ml por año en hombres y mujeres, así como su relación CVF/VEF_1 .

La limitación al flujo espiratorio es común en los adultos mayores, limitando la reserva ventilatoria durante el esfuerzo físico debido a una hiperinsuflación dinámica y disminución de la elasticidad pulmonar junto a la rigidez de la pared torácica. El incremento de la demanda ventilatoria durante el esfuerzo físico incrementa la compresión dinámica de la vía aérea periférica, disminuyendo el flujo espiratorio máximo (Tran, 2018; Rehder-Santos, 2018; Ramly, 2015).

La presión inspiratoria máxima (PIM) es una medición de la fuerza muscular producida por la musculatura diafragmática e inspiratoria a presión subatmosférica y, la presión espiratoria máxima (PEM), es una medición de la fuerza muscular producida por la musculatura espiratoria intercostal y abdominal, a presión supra-atmosférica. La máxima fuerza de los músculos respiratorios está determinada por la edad, género, características antropométricas, presión barométrica, patologías restrictivas y obstructivas. Para las edades entre 65 a 85 años, la presión inspiratoria máxima disminuye entre 0,8 y 2,7 cm H_2O por año. En la medida que disminuye la presión inspiratoria máxima con los años, esta disminución de la fuerza se debe a una disminución de la masa muscular esquelética, proceso conocido como sarcopenia, y esfuerzos inspiratorios diafragmáticos más débiles con disminución de la reserva mitocondrial de ATP, sobre todo en pacientes malnutridos en quienes se ha reportado una disminución de la presión inspiratoria máxima de un 12%. En los adultos mayores es muy importante establecer valores de referencia, debido a que se acepta el umbral de 80 cm H_2O , que indica debilidad inspiratoria (Marron, 2019; Ramly 2015; Schlauser, 2014).

Tabla 4.
Cambios funcionales del sistema respiratorio

Disminución de la capacidad vital
Incremento del volumen residual
Incremento de la capacidad residual funcional
Disminución del intercambio gaseoso
Disminución de la CVF y VEF1
Disminución de la PIM
Disminución de la PEM

Metabolismo en el envejecimiento

El estudio del metabolismo en el ser humano puede ser abordado desde diferentes perspectivas. La interacción entre los diferentes sistemas involucrados en la disponibilidad energética para mantener el funcionamiento celular, o para disponer energía frente a una demanda física, está establecida por la capacidad de las reservas fisiológicas que permiten un funcionamiento acorde al tipo, duración e intensidad del esfuerzo físico. Por otra parte, el estrés oxidativo con la acumulación de radicales libres induce daño biomolecular, favoreciendo el envejecimiento del organismo. Estudios longitudinales han establecido los cambios normales de las variables fisiológicas en la medida que el ser humano envejece. Se observa una disminución del metabolismo basal, el consumo de oxígeno máximo disminuye a una tasa de aproximadamente 10% por cada década en personas sedentarias desde los 25-30 años y en individuos entre 50 y 75 años, la tasa de disminución es aproximadamente del 15% por década (Rodríguez, 2019; Tafur, 2018).

La importancia del nivel de consumo de oxígeno en los individuos, sobre todo en los adultos mayores, radica en que es un indicador de salud en especial de la capacidad funcional. Estudios señalan que las personas físicamente activas pueden sostener un nivel adecuado de reserva en la aptitud aeróbica otorgándoles una mejor capacidad aeróbica en la realización de sus tareas habituales y una mejor calidad de vida (Chaves-García, 2017). Si bien, clásicamente se ha descrito que el consumo de oxígeno está estrechamente ligado al proceso de difusión de gases, transporte y extracción de oxígeno a nivel celular, la ingesta del sustrato energético es una piedra angular en la disponibilidad de energía y el proceso natural de envejecimiento adiciona elementos complementarios a la función de los sistemas. Por mencionar algunos: los hábitos de vida tanto alimenticios como el sedentarismo, la pérdida del apetito, trastornos en la

masticación, salivación y deglución, los trastornos digestivos, la disminución del peso corporal, los cambios en la función cardiocirculatoria y pulmonar, el envejecimiento musculoesquelético, factores psicosociales y ambientales, entre otras (Tafur, 2018).

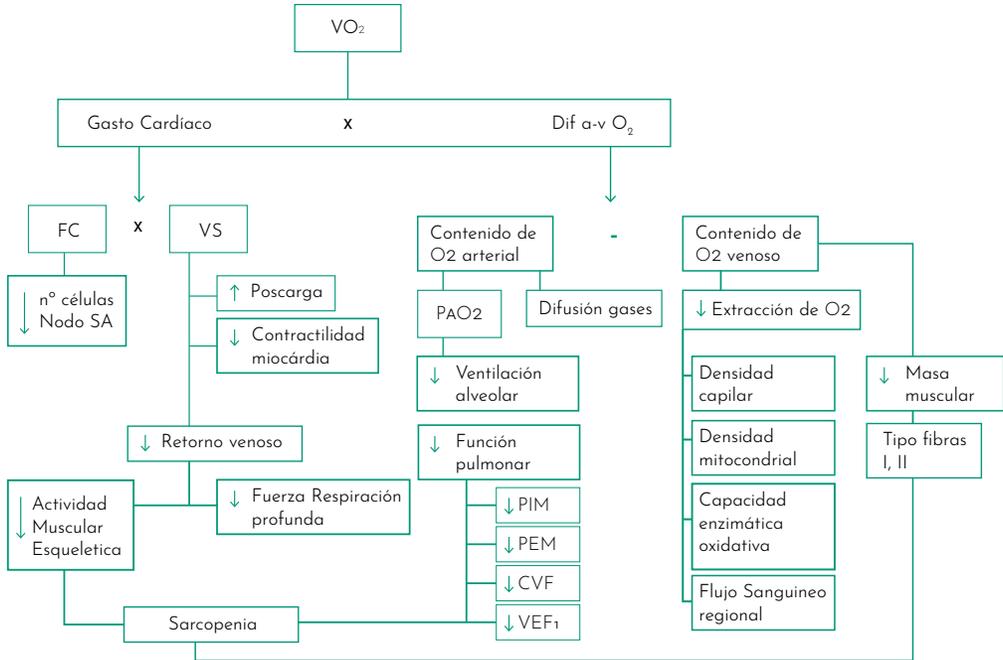
La ingesta del sustrato energético se encuentra condicionada al proceso normal de envejecimiento. El adulto mayor percibe menos apetito (anorexia del envejecimiento) asociado a la alteración de los sentidos del gusto y el olfato, menor cantidad y sensibilidad de las papilas gustativas y enlentecimiento del vaciado gástrico e intestinal, de modo que las comidas se hacen monótonas, alterando el ingreso de nutrientes al organismo, junto a una reducción del gasto energético basal, pudiendo inducir la disminución de peso corporal y la alteración de los procesos fisiológicos, de las funciones orgánicas, del rendimiento físico (asociada a sarcopenia), mentales y de la salud (Guardado, 2014). La inadecuada nutrición de los macronutrientes (proteínas, carbohidratos y lípidos) que proveen el aporte calórico, y de los micronutrientes (vitaminas, minerales esenciales), que apoyan las funciones bioquímicas y metabólicas para una óptima salud, junto a una dieta desequilibrada, puede causar diversas enfermedades crónicas.

La progresiva disfunción celular con la edad (mitocondrias, lisosomas, retículo endoplásmico) se expresa como un incrementado riesgo de desarrollar fragilidad, mala absorción de nutrientes esenciales con desbalance energético y sarcopenia. Sobre este panorama, en personas de edad avanzada, los desbalances en la glicemia asociados a una inadecuada nutrición se transforman en factores de riesgo no solo para desarrollar diabetes tipo 2, sino también, para desarrollar patologías cardiovasculares. Además, se adicionan desde temprana edad las comorbilidades que van haciendo cada vez más limitante el desempeño físico del individuo, afectando finalmente su nivel de independencia y, por ende, el nivel de calidad de vida, pudiendo llegar incluso a niveles severos de dependencia y postración (Marron, 2019; De León, 2017; Tafur, 2018; Koko 2019; Feart, 2019).

Como se ha señalado en los apartados previos, el envejecimiento involucra diversos sistemas que están estrechamente relacionados con el consumo de oxígeno, expresado en la ecuación de Fick, en donde el consumo de oxígeno equivale al producto del gasto cardíaco (frecuencia cardíaca multiplicado por el volumen sistólico) y la diferencia arterio venosa de oxígeno. Estos cambios, tarde o temprano, tendrán un impacto en la disminución progresiva de la capacidad aeróbica de los individuos con una limitación progresiva al esfuerzo físico.

Figura 1

Principales factores que influyen en la disminución del consumo de oxígeno (VO₂)



Nota. Dif a-v O₂: Diferencia arteriovenosa de oxígeno; FC: Frecuencia cardíaca; VS: Volumen sistólico; Nodo SA: Nodo sinoauricular; PAO₂: Presión alveolar de oxígeno; PIM: Presión inspiratoria máxima; PEM: Presión espiratoria máxima; CVF: Capacidad vital forzada; VEF₁: Volumen espiratorio forzado en un segundo.

Es fundamental que las intervenciones terapéuticas no solo abarquen los diversos sistemas que normalmente envejecen en forma separada, sino que exista una mirada transversal e integrativa en la valoración global de cada intervención y su seguimiento en el tiempo. Sin duda, un envejecimiento activo y saludable se logrará en la medida que los adultos mayores se mantengan físicamente activos, atenuando el deterioro de todos los sistemas, permitiéndoles ser más independientes, funcionales y con una mejor calidad de vida. Un buen indicador global de esta condición es el nivel de consumo de oxígeno máximo (Chavez-García, 2017; Tafur, 2018).

El enfoque integral del adulto mayor es, sin duda, una poderosa herramienta para establecer conductas terapéuticas enfocadas a preservar el “envejecimiento saludable”, instaurando programas interdisciplinarios optimizando la calidad de vida, y no solo asumiendo conductas terapéuticas frente a lo evidente, en donde los sistemas ya han perdido una importante reserva de sus funciones, generando discapacidades en edades avanzadas.

Bibliografía

- Chaves-García M., Sandoval-Cuellar C., y Calero-Saa P. (2017). Asociación entre capacidad aeróbica y calidad de vida en adultos mayores de una ciudad colombiana. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*. 34(4), 672-6. doi: 10.17843/rpmesp.2017.344.2522
- De León M. (2017). Impacto cardiovascular de la hipoglicemia. *Rev Colomb Cardiol*. 24(4), 376-81. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rccar.2016.12.002>
- Feart C. (2019) Nutrition and frailty: Current knowledge. *Neuropsychopharmacology & Biological Psychiatry* 95. 109703. <https://doi.org/10.1016/j.pnpbp.2019.10970>
- García L. (2016). Cardiología y Geriatria en la práctica diaria: un reto hacia el futuro. *Rev Colomb Cardiol*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rccar.2016.08.001>
- Guardado L., Carmona I., y Cuesta F. (2014). Nutrición y enfermedades metabólicas en el anciano. Estrategias alimentarias. *Medicine*. 11(62), 3691-3704.
- Koko N., Issa A-R., Yerima M., Dermene A., Dossim S., Salou M., Bakoma B., Diallo A., Potchoo Y., y Mbagnick Y. (2019). Aging and Nutrition: Theories, Consequences, and Impact of Nutrients. *Current Pharmacology Reports*. (5), 232-243.
- Marron M.M., Wojczynski M.K., Minster R.L. et al., (2019) Heterogeneity of healthy aging: comparing long-lived families across five healthy aging phenotypes of blood pressure, memory, pulmonary function, grip strength, and metabolism. *GeroScience*, 41(4), 383-393. <https://doi.org/10.1007/s11357-019-00086-y>
- Marron M.M., Miljkovic I., Boudreau R.M., et al., (2019). A novel healthy metabolic phenotype developed among a cohort of families enriched for longevity. *Metabolism*. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2019.01.010>
- Pemberthy C., Jaramillo-Gómez N., Velásquez C., Cardona-Vélez J., Contreras-Martínez H., y Jaramillo-Restrepo V. (2016). Conceptos actuales en el envejecimiento y la enfermedad cardiovascular. *Rev Colomb Cardiol*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rccar.2015.12.006>
- Ramly E., Kaafarani H., y Velmahos G. (2015) The Effect of Aging on Pulmonary Function Implications for Monitoring and Support of the Surgical and Trauma Patient. *Surg Clin N Am* (95), 53-69. <http://dx.doi.org/10.1016/j.suc.2014.09.009>
- Rehder-Santos P., Minatel V., Ribeiro B.A., Ducatti R., Moura-Tonello S.C., Roscani M.G., Da Silva M., Silva E., y Catai A. (2018) Age is the main factor related to expiratory flow limitation during constant load exercise. *Clinics*. 73, e439.
- Rodríguez L., y Rodríguez I. (2019). Envejecimiento, sarcopenia y fragilidad en el contexto de las enfermedades crónicas respiratorias. *Arch Bronconeumol*. 55(3),118-119.
- Sabia S., Fayosse A., Dumurgier J., Schnitzler A., Empana J.-P., Ebmeier K.P., Dugravot A., y Singh-Manoux A. (2019). Association of ideal cardiovascular health at age 50 with incidence of dementia: 25-year follow-up of Whitehall II cohort study. *BMJ*, l4414. doi:10.1136/bmj.l4414
- Sclausser I., Franco V., Fregonezi G., Sheel A., Chung F., y Reid W. (2014) Reference values for maximal inspiratory pressure: A systematic review. *Can Respir J*. 21(1), 43-50.
- Tafur J., Guerra M., Carbonell A., y Ghisays M. (2018). Factores que afectan el estado nutricional del adulto mayor. *Revista Latinoamericana de Hipertensión*. 13(5), 360-66.
- Thyfaut J.P., Mengmeng DU, Kraus W.E., Levine J.A., y Booth F.W. (2015) Physiology of Sedentary Behavior and Its Relationship to Health Outcomes. *Med. Sci. Sports Exerc*. 47(6), 1301-1305.
- Tran D., Rajwanib K., y Berlinb D. (2018) Pulmonary effects of aging. *Curr Opin Anaesthesiol*. 31(1), 19-23. doi: 10.1097/ACO.0000000000000546.

Capítulo III

Sarcopenia: diagnóstico y factores asociados

Msc. Caroline Zamorano S.

Facultad de Ciencias de la Salud, carrera de Kinesiología, Universidad Autónoma de Chile sede Talca.

Definición, diagnóstico, algoritmo

En el año 1989, por primera vez, Irwin Rosenberg propone el término “sarcopenia”, del griego *sarx* (carne) y *penia* (pérdida), para describir la disminución de masa muscular asociada al proceso de envejecimiento. Actualmente la sarcopenia es reconocida como un síndrome caracterizado por pérdida de masa muscular y disminución de la fuerza de forma progresiva y generalizada. Sus graves repercusiones sobre la salud de las personas mayores van desde pérdida de funcionalidad, dependencia, caídas, disminución de la función inmune, aumento de riesgo de osteoporosis, asociación con fragilidad, hospitalización, institucionalización y muerte (Lera et al., 2014). La prevalencia de sarcopenia a nivel mundial es del 5% al 13% en las personas de 60 a 70 años, y en los mayores de 80 años alcanza un 50%. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) el año 2000 existían cerca de 600 millones de personas mayores de 60 años y esta cifra aumentará a 1.200 millones para el año 2025. En Chile, la prevalencia total de sarcopenia es de 19,1%, lo cual aumenta con la edad llegando a 39,6% en personas de 80 años o más (Lera et al., 2017). La prevalencia de sarcopenia en las poblaciones que viven en la comunidad varían del 1 al 29%; y es aún más sustancial en poblaciones institucionalizadas: del 14% al 68% entre sujetos masculinos y del 14% al 33% entre sujetos femeninos (Boetto, 2019).

La sarcopenia se ha considerado, en el transcurso del tiempo, un síndrome geriátrico, como también una enfermedad, y se asocia a diversos factores que afectan la funcionalidad de las personas mayores. Es por tal razón que ha sido objeto de análisis de varios grupos científicos. El grupo europeo de trabajo sobre la sarcopenia en personas de edad avanzada (EWGSOP) en el año 2010, a través de la revista *Age and Ageing*, publicó el consenso europeo *Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis / Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People*, el cual fue difundido y reconocido mundialmente como un referente en la identificación de los criterios diagnósticos, generando, además, una base para próximos estudios científicos. La sarcopenia se define como “un síndrome que se caracteriza por una pérdida gradual y generalizada de la masa muscular esquelética y la fuerza, con riesgo de presentar resultados adversos como discapacidad física, calidad de vida deficiente y mortalidad” (Jentoft et al., 2010). Los criterios considerados para realizar el diagnóstico de sarcopenia son: masa muscular, fuerza muscular y rendimiento físico, siendo la masa muscular el criterio obligatorio al que se le puede sumar uno o ambos de los otros dos criterios. En el año 2011, después de dos años de trabajo, salió a la luz: *Sarcopenia: An Undiagnosed Condition in Older Adults. Current Consensus Definition: Prevalence, Etiology and Consequences. International Working Group on Sarcopenia*. Este consenso nace de un grupo de geriatras, científicos de la academia y la industria que se reunieron en Roma, Italia, el 18 de noviembre de 2009. La definición del consenso fue aprobada por unanimidad y es la siguiente: sarcopenia se define como “la pérdida, asociada a la edad, de la masa y función del músculo esquelético”. Las causas de la sarcopenia son multifactoriales y pueden incluir desuso, alteración de la función endocrina, enfermedades crónicas, inflamación, resistencia a la insulina y deficiencias nutricionales (Fielding et al., 2011). Posteriormente, el año 2014, el *Asian Working Group (AWGS)* difunde el consenso sobre Sarcopenia, definiéndola como: “síndrome geriátrico que se caracteriza por una disminución de la masa muscular esquelética, más baja fuerza y/o rendimiento físico, relacionado con la edad” (Chen et al., 2014). En todos los consensos mencionados existe como factor común los criterios utilizados para realizar el diagnóstico, los cuales son: masa muscular, fuerza muscular y rendimiento físico.

Criterios para el diagnóstico de sarcopenia

Masa Muscular

El peak de la masa muscular se alcanza en la juventud alrededor de los 25 años, hacia los 50 años se pierde aproximadamente un 10% y es a partir de esta edad que hay una pérdida progresiva acentuada, especialmente desde la sexta década de vida, alcanzan-

do una pérdida total del 40% de la masa muscular hacia los 80 años de vida (Mart et al., 2007). El envejecimiento provoca en el músculo esquelético cambios anatómicos, histoquímicos y funcionales, lo cual se traduce en la disminución del número y el tamaño de las fibras musculares. Existe presencia de infiltración grasa y tejido conjuntivo, además de una reducción de la razón capilar por fibra que altera el aporte de nutrientes provenientes del torrente sanguíneo a la fibra muscular. El número de fibras musculares tipo II, o de contracción rápida, disminuye mucho más que el número de fibras musculares tipo I, o de contracción lenta, en consecuencia, en las personas mayores los músculos no son capaces de contraerse tan rápidamente. Las fibras tipo II son ricas en miofibrillas, pero poseen escasa cantidad de mitocondrias y mioglobina, por lo cual se nutren a través de la vía anaeróbica, contienen alta concentración de elementos contráctiles por sobre elementos elásticos, son rápidas, pero tienen menor capacidad de resistencia, lo que provoca que se fatiguen rápidamente. Con el pasar de los años las células musculares de las fibras tipo II pueden presentar destrucción de miofilamentos y líneas Z, proliferación del retículo sarcoplásmico y del sistema de túbulos T, acumulación de lipofuscina y fibras rotas o en anillo. Estas modificaciones producen cambios en la masa muscular que finalmente podrían desencadenar la disminución del volumen y calidad del músculo esquelético.

Para medir la masa muscular se han utilizado diversas técnicas, mediciones antropométricas fáciles de realizar en la práctica clínica, como también sofisticados medios tecnológicos. Cabe destacar, como resultado de los consensos, que existe la posibilidad de optar a una técnica de medición de acuerdo con el costo, acceso y disponibilidad para ejecutarla, considerando si el objetivo es realizar investigación o una evaluación de práctica clínica. En la siguiente tabla se mencionan y describen las recomendaciones para el diagnóstico.

Tabla 1
Técnicas de medición de la masa muscular

Técnicas de medición	Ventajas	Desventajas
Tomografía Computarizada (TC)	Permite la evaluación transversal del área y volumen del músculo, depósitos de grasa intramiocelular, tejido adiposo subcutáneo e intramuscular.	Exposición a radiación (15 mili-rem aprox).
Resonancia Magnética (RM)	Capacidad de hacer cortes múltiples y estimaciones volumétricas tridimensionales. No hay exposición a radiación.	Alto costo, no puede utilizarse en sujetos con artefactos metálicos.

Técnicas de medición	Ventajas	Desventajas
Energía dual de rayos por absorciometría (DEXA)	Estimación precisa de masa grasa, masa magra y tejido óseo. La exposición a radiación es baja y aceptable (3 micro-rem aprox). Bien tolerada.	Baja diferenciación entre agua y tejido magro no óseo. No es portátil por lo que dificulta estudios epidemiológicos.
Análisis Impedancia Bioeléctrica (ABI)	Estima cantidad de masa grasa y magra. Se puede utilizar en forma ambulatoria. Proporciona resultados bajo condiciones estándar que se pueden correlacionar con las predicciones de la RM.	Le falta precisión y validez.
Medidas antropométricas	La circunferencia de la pierna se puede correlacionar de forma positiva con la masa muscular.	Los cambios con la edad, los depósitos de grasa y pérdida de elasticidad de la piel provocan errores de estimación en ancianos.
Cantidad de Potasio Total (PCT) Cantidad de Potasio Parcial (PCP)	Estimación de músculo esquelético.	Poco uso, no habitual, faltan más estudios.

En Chile, Lera et al. (2010) realizaron un estudio con el objetivo de desarrollar un modelo antropométrico de predicción de masa muscular apendicular esquelética (MMAE) en adultos mayores, para lo cual se efectuaron mediciones antropométricas, dinamometría de mano, pruebas de movilidad y densitometría ósea (DEXA).

La medición de la masa muscular apendicular esquelética (MMAE) que se ejecuta por DEXA, se calcula como la suma de la masa magra (kg) de las piernas y brazos. El índice de masa muscular esquelética (IMMAE) arroja la masa muscular disminuida relacionando la MMAE con la talla: $IMMAE = MMAE / \text{talla}^2$ (kg/m²). Los resultados de la MMAE estimados por la ecuación de predicción y medidos por DEXA fueron similares, los puntos de corte para el IMMAE estimados por la ecuación de predicción tienen buena sensibilidad y especificidad respecto a la medición con DEXA (Lera et al. 2015). Por lo tanto, se puede concluir que se obtuvo una ecuación antropométrica de gran utilidad en la pesquisa de sarcopenia en personas mayores.

Fuerza muscular

El envejecimiento produce un decrecimiento de la fuerza muscular que se refleja en la disminución de la contracción de músculo esquelético. Esto se puede evidenciar en actividades de la vida diaria como levantarse de una silla, deambular y subir escaleras, entre otras. La medición de la fuerza muscular se puede realizar a través de una técnica isométrica, isótónica o isocinética. La medición isométrica arroja la capacidad de generar fuerza muscular, mientras que la isotónica e isocinética son utilizadas para medir la fuerza muscular y se realizan en intervalos de tiempo (Cortés et al., 2014). Dentro de las alternativas propuestas para medir la fuerza muscular se encuentran: la fuerza de prensión manual, la fuerza de flexoextensión de rodilla y flujo espiratorio máximo. De acuerdo a las características de cada técnica de medición, la prensión manual es la más recomendada e incluida dentro de los algoritmos para llegar al diagnóstico de sarcopenia, ya que se considera una medida factible y conveniente debido al bajo costo, la disponibilidad, la facilidad de uso y su asociación con la fuerza de la pierna.

Tabla 2

Técnicas de medición de la fuerza muscular

Técnicas de medición	Ventajas	Desventajas
Fuerza de prensión manual	Está relacionada con la fuerza de flexión de rodilla.	
Flexo-extensión de rodilla	Método objetivo para la evaluación de fuerza de extremidad inferior.	Se requiere además la evaluación de la potencia muscular con equipos de alto costo (equipos isocinéticos).
Flujo espiratorio máximo	Método objetivo de la fuerza de los músculos respiratorios.	No se puede extrapolar a la fuerza del resto del sistema locomotor.

Rendimiento físico

El rendimiento físico en personas mayores se relaciona con la capacidad funcional, es decir el desempeño en acciones físicas que involucran la movilidad, destreza, estabilidad y fuerza, entre otras, con la finalidad de realizar actividades de la vida diaria, básicas, instrumentales y/o avanzadas. De ellas, la más utilizada es la velocidad de la marcha, por su rápida aplicación en la práctica clínica, además de existir bastante evidencia que la relaciona con el estado funcional de la persona mayor.

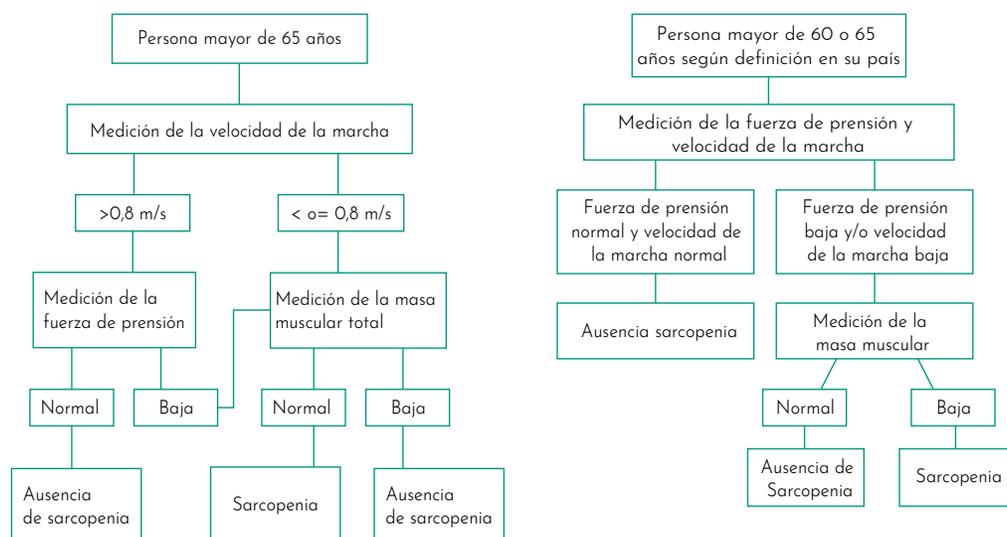
Tabla 3.

Técnicas de medición del rendimiento físico

Técnicas de medición	Ventajas
Velocidad de la Marcha (VM)	La marcha cronometrada tiene valor predictivo de discapacidad y se puede utilizar en el ámbito clínico o de investigación.
Short Physical Performance Battery (SPPB)	Puede utilizarse como medida de referencia del rendimiento físico en investigación y práctica clínica. Mide equilibrio, fuerza, marcha y resistencia.
Timed up and Go (TGUG)	Puede ser utilizada como medición de rendimiento, aunque su validación es respecto al riesgo de caídas.
Test de capacidad de subir escaleras (SCPT)	Pertinente al deterioro de potencia muscular. Recomendable solo en ciertos ámbitos de la investigación.

La interpretación del resultado de los criterios de diagnósticos de sarcopenia se puede traducir a través de un algoritmo. Si bien las variables consideradas son las mismas, existe una diferencia del orden en que se realizan las mediciones entre el algoritmo del EWGSOP y el AWGS.

Figura 1
Algoritmos EWGSOP y AWGS



El algoritmo EWGSOP considera en primera instancia medir la velocidad de la marcha. De acuerdo con el resultado de ésta, se continúa con la medición de la fuerza de

presión o de la masa muscular. El algoritmo AWSG plantea que la primera medición incluye de forma simultánea la velocidad de la marcha y fuerza de presión y, de acuerdo con ese resultado, se pasaría a la medición de la masa muscular. Finalmente, para ambas propuestas la masa muscular es el último escalafón del algoritmo, la variable que concluye el diagnóstico de sarcopenia.

El *International Working Group on Sarcopenia* dentro de su consenso no expone un algoritmo. Dentro del relato tampoco se propone una técnica de medición de la fuerza muscular aisladamente, sino que considera que para llegar al diagnóstico se deben incluir pacientes postrados en cama que no pueden levantarse independientemente de una silla, o que la velocidad de la marcha sea menor a 1 m/s. Si se cumplen estos criterios deben someterse a la medición de la masa muscular a través del DEXA, por lo tanto, el diagnóstico de sarcopenia se cumple sin incluir la medición de la fuerza de presión.

En el año 2019 se publicó una revisión del consenso europeo de sarcopenia del 2010; *Sarcopenia: Revised European Consensus on Definition and Diagnosis* (EWGSOP2). En este documento revisado y actualizado, la EWGSOP2 propone un nuevo algoritmo, el cual comienza con la aplicación del cuestionario SARC-F o la sospecha clínica de sarcopenia. Si este arroja un resultado positivo, se continúa con la evaluación de la fuerza muscular, donde esta última adquiere mayor protagonismo, ya que si está disminuida se concluye “probable sarcopenia”, lo que bastaría para comenzar con una intervención en la práctica clínica. La confirmación del diagnóstico depende del resultado de la evaluación de la masa muscular y, por último, solo si el diagnóstico está confirmado, se ejecuta la evaluación del rendimiento físico para detectar el grado de severidad de la sarcopenia. De esta forma, si el rendimiento físico está disminuido se puede concluir que la sarcopenia es severa. En conclusión, los criterios planteados para realizar el diagnóstico de sarcopenia son igualmente considerados en los diversos consensos y estudios científicos a nivel internacional. Lo mismo sucede respecto a las técnicas de medición propuestas. Es importante destacar que en el último consenso europeo se sumó una nueva variable: el “grado de severidad de la sarcopenia”, la cual en consensos anteriores no estaba establecida.

Factores de riesgo de sarcopenia

La sarcopenia presenta factores de riesgo de tipo moleculares, humorales, hormonales, neurodegenerativos y extrínsecos, por lo cual su causa puede obedecer a uno o más elementos predisponentes. Las causas relacionadas con la edad, también llamadas de causa primaria, se pueden deber a alteraciones mitocondriales provocadas por muta-

ciones y reducciones del ADN. Asimismo, se pueden presentar modificaciones en la señalización del proceso de apoptosis celular, disminución de la actividad de la cadena de transporte electrolítico y aumento de la producción de radicales libres (Herbst et al., 2007). Un factor hormonal que es influyente en la presentación de sarcopenia es la disminución de hormonas sexuales como la testosterona y estrógenos, el déficit de vitamina D, GH y de IGF-1. La sarcopenia secundaria tiene como causa la inactividad física, enfermedades y malnutrición. Dentro de las enfermedades encontramos una gran gama de factores de riesgo, algunos de ellos; insuficiencia cardíaca, insuficiencia hepática, insuficiencia respiratoria, insuficiencia renal, enfermedades endocrinas, artrosis, dolor crónico, obesidad, deterioro cognitivo, demencias, diabetes mellitus y enfermedades neurodegenerativas de la motoneurona.

Específicamente, a nivel muscular existe muerte de motoneuronas, disminución del tamaño de las fibras musculares y disminución del número de unidades motoras y fibras musculares.

Tabla 4
Factores de riesgo de sarcopenia

Sarcopenia primaria	<p>Productos del envejecimiento: Alteraciones mitocondriales, estrés oxidativo y proceso de apoptosis.</p> <p>Trastornos hormonales: déficit de testosterona, estrógenos y IGF-1.</p>
Sarcopenia secundaria	<p>Extrínsecos: Estilos de vida, sedentarismo, malnutrición, inmovilidad e ingravidez.</p> <p>Enfermedades: neurodegenerativas, musculares, cognitivas, cardiovasculares y respiratorias crónicas.</p>

Osteosarcopenia

A partir de los 50 años, la masa muscular disminuye en un 0,5-2% anualmente, tanto fibras tipo I como tipo II, y la fuerza muscular en un 1,5-3% a partir de los 60 años. Esta disminución es mayor en población sedentaria y en varones, donde se encuentra una prevalencia del doble respecto a mujeres. De igual forma, la masa ósea disminuye un 0,5% a partir de los 30 años de forma muy acentuada en la mujer posmenopáusica, en comparación a la disminución paulatina que se presenta en el hombre. Estos cambios, unidos a múltiples factores contribuyentes, tales como sedentarismo, malnutrición, enfermedades crónicas y algunos tratamientos farmacológicos, acaban produciendo osteoporosis y sarcopenia. (Cedeno-Veloz et al., 2019). La Osteosarcopenia es un fenotipo

que nace de la combinación de sarcopenia y baja densidad mineral ósea. Aún existe falta de consenso de como denominarla, “sarco-osteopenia” y “sarco-osteoporosis” son otras denominaciones que se han propuesto.

La Osteosarcopenia predispone a un mayor riesgo de caídas, fracturas, dependencia y costo sanitario que sus componentes por separado. Dadas sus características, se puede considerar como un nuevo síndrome geriátrico y la gran dificultad en su abordaje está dado en el manejo tradicional de la sarcopenia y la osteoporosis por separado. Como se ha tratado con anterioridad la definición de sarcopenia, nos enfocaremos en definir la osteoporosis. Esta se define como “una enfermedad esquelética difusa caracterizada por una disminución de la resistencia ósea que predispone a un mayor riesgo de fracturas por fragilidad” (Mastaglia, 2016). El concepto resistencia ósea engloba factores relacionados tanto con la densidad mineral ósea (DMO) como con la calidad del tejido óseo. La tecnología de referencia para evaluar la densidad mineral ósea recomendada por la Organización Mundial de la Salud es la absorciometría de rayos X de energía dual aplicada al cuello femoral. Se eligió el cuello femoral como el sitio de referencia para el diagnóstico debido a su mayor valor predictivo de riesgo de fractura (Compston et al., 2019). Sin embargo, las mediciones de la columna lumbar son más efectivas para monitorear los cambios inducidos por el tratamiento (Hernlund et al., 2013).

La unidad “hueso-músculo” es fundamentalmente de tipo mecánica y las propiedades del hueso tales como masa, tamaño, forma y arquitectura, se encuentran influenciadas por la fuerza muscular, por lo tanto la calidad del hueso está afectada por la función del músculo (Mastaglia, 2016). La homeostasis del calcio permite la reparación de microtraumas óseos, lo cual ocurre a través de la remodelación ósea, que es una respuesta de adaptación del hueso frente al estrés mecánico. El proceso de remodelación ósea consiste en ciclos focales de resorción (osteoclástica) seguidos por los de formación (osteoblástica). El efecto final sobre la masa ósea depende del balance focal en cada ciclo. Cuando la fuerza muscular cae por debajo del umbral de fuerza efectiva para la remodelación ósea, como se observa en las personas mayores con sarcopenia, se activa la remodelación ósea con una mayor resorción que formación ósea, lo cual provoca una disminución de la masa ósea. En situaciones de desuso muscular, habituales en las personas mayores, como lo es el síndrome de dismovilidad, el equilibrio entre los procesos de síntesis y degradación/reabsorción de los tejidos muscular y óseo se alteran, pudiendo dar lugar al desarrollo osteosarcopenia. Por lo tanto, la disminución de las contracciones musculares afecta indirectamente al hueso, aumentando la actividad osteoclástica y presentando mayor posibilidad de fracturas frente a una caída. Finalmente, la denominación de osteosarcopenia a este conjunto de alteraciones

osteomusculares permite diferenciar aquellos casos con alto riesgo de fracturas que solo presentan fragilidad ósea.

Influencia de la sarcopenia en la funcionalidad

Las consecuencias clínicas de la sarcopenia se deben principalmente a la pérdida de fuerza y potencia muscular. Están asociadas con múltiples resultados adversos para la salud, incluidas caídas, hospitalización, trauma múltiple, deterioro funcional, mala calidad de vida e incluso muerte (Yamada et al., 2013). En las personas mayores que presentan sarcopenia se observa una disminución de la capacidad funcional que puede avanzar a dependencia y, por último, a discapacidad. Se ha comprobado que existe una relación directa entre la fuerza muscular de las pantorrillas y la velocidad de marcha, también entre la musculatura extensora del muslo y la capacidad de levantarse de una silla, subir escaleras o la velocidad de la marcha (Serra Rexach, 2006), que son actividades de la vida diaria que brindan alto grado de independencia. Efectivamente, frente a la disminución de la masa-fuerza muscular, los resultados del índice de Barthel y la destreza manual son desfavorables. La caída es una de las consecuencias que puede provocar mayor deterioro funcional, ya que dentro de sus complicaciones se encuentran las fracturas, aumento de la dismovilidad y el síndrome post caída, que implica pasar más tiempo sin caminar para evitar caer. De esta manera, nos encontramos frente a un círculo vicioso generado por la disminución de la fuerza muscular, ya que, si existe menos fuerza, disminuye la capacidad frente a esfuerzo físico, por lo tanto, la persona mayor pasará más tiempo sin moverse, lo cual aumenta el desuso muscular y así, sucesivamente.

Entrenamiento de la fuerza

Resulta difícil poder determinar si la disminución de la masa y fuerza muscular se debe al proceso de envejecimiento o a la inactividad física cuando no existen otros factores de riesgo detectables. Lo que sí se ha corroborado es que seguir un patrón regular de ejercicio físico ayuda a mantener la masa y la fuerza muscular. El ejercicio físico más adecuado por la especificidad del estímulo que proporciona es el “entrenamiento de fuerza” o también llamado “entrenamiento de resistencia”. Este tipo de ejercicio tiene como objetivo lograr la contracción muscular contra una resistencia que produzca un incremento de la resistencia anaeróbica, la fuerza muscular, la adaptación neuromuscular y el tamaño de los músculos.

La capacidad de adaptación del músculo esquelético no se pierde a través de los años, a pesar de las alteraciones morfofuncionales que provoca la inactividad física.

El entrenamiento de fuerza desencadena por sí solo adaptaciones que incluso se pueden igualar a las de personas jóvenes (Mata Ordoñez et al. 2013). Dentro de los efectos del entrenamiento de fuerza encontramos que: estimula fibras de contracción rápida atrofiadas por desuso, produce liberación y secreción de hormonas androgénicas, libera citoquinas específicas que disminuyen los estados pre inflamatorios, disminuye la expresión de genes que codifican las proteínas proteolíticas, favorece la producción de enzimas antioxidantes, aumenta el contenido de células satélite, mejora la función mitocondrial, incrementa la síntesis de proteínas musculares y la sincronización de las unidades motoras, y aumenta el área de sección transversal principalmente en las fibras rápidas (Padilla Colón et al., 2014). Todo lo anterior se traduce en el aumento de la masa y la fuerza muscular, lo cual mejora el rendimiento físico. Además, se ha demostrado que este tipo de entrenamiento, mejora parámetros objetivos del Síndrome de Fragilidad como lo son la velocidad de la marcha, el tiempo de levantarse desde una silla e, incluso, se ha asociado al retraso de la discapacidad (Christie, 2011). Por último, se ha demostrado la eficacia del ejercicio de fuerza en diversas condiciones clínicas comunes en personas mayores, como lo son el síndrome metabólico, fibromialgia, artritis reumatoide, enfermedad de Alzheimer, osteoporosis y depresión. Por lo tanto, el entrenamiento de fuerza tiene estrecha relación con la mejora de la capacidad funcional en personas mayores, lo que se ve reflejado en la marcha, las transferencias, y subir y bajar escaleras, entre otras actividades de la vida diaria (Hurley et al., 2011).

Un programa de entrenamiento de fuerza para personas mayores debe seguir los mismos principios que se utilizan para personas jóvenes. Estos son: el principio de sobrecarga, progresión, especificidad e individualidad del entrenamiento y desentrenamiento o reversibilidad. Se destaca dentro de estos principios la progresión, ya que se ha observado que de esta forma se obtienen mejores resultados en la ganancia de masa y fuerza muscular, motivo por el cual algunas recomendaciones señalan que el tipo de entrenamiento idóneo para la sarcopenia es el “Entrenamiento de Resistencia Progresivo” (ERP), enfatizando este principio. Para ejecutar la aplicación práctica y optimizar los resultados, hay que considerar que el estímulo anabólico se influencia por la intensidad, frecuencia y volumen del ejercicio, por lo tanto, es primordial incluirlos en el diseño del programa con el fin garantizar una prescripción de ejercicio adecuada y eficaz para este síndrome. Como carga se puede utilizar el propio peso corporal, máquinas, pesos libres, agua, bandas y tubos elásticos. Existen varias propuestas de recomendaciones para la prescripción del ejercicio en personas mayores, entre ellas encontramos las del Colegio Americano de Medicina Deportiva (ACSM) (Strasser et al., 2009).

Tabla 5

Recomendaciones para la prescripción de ejercicio de fuerza en personas mayores con sarcopenia.

Frecuencia	2-3 días
N° de ejercicios	8-12
Volumen:	1-3 series
N° de Series/ N° de Repeticiones	8-15 repeticiones
Intensidad	50-80% (a pesar del tramo, el que se repite con mayor frecuencia es de 60-80%).
Descanso	1 minuto o hasta que sienta que es suficiente para continuar.
Duración	20-60 minutos
Adaptación o duración mínima para obtener resultados	2-4 semanas

Respecto al número de grupos musculares a entrenar, se deberían contemplar 8 a 10. También se sugiere dirigir mayor cantidad de tiempo a extremidades inferiores. Se ha constatado que las personas mayores han mostrado responder particularmente bien al entrenamiento con sobrecarga excéntrico y al entrenamiento de la potencia muscular, lo cual no excluye otro tipo de opciones. Por último, por tratarse de personas mayores es recomendable complementar con el ejercicio aeróbico, de flexibilidad y equilibrio, ya que el enfoque del entrenamiento debe realizarse siempre desde el punto de vista funcional (Mayer et al., 2011; Scanlon et al., 2014; Mahecha, 2017).

Finalmente, mencionar que para llegar al diagnóstico de sarcopenia existen tres criterios mundialmente conocidos: masa muscular, fuerza muscular y rendimiento físico. Este último puede establecer el grado de severidad de la sarcopenia. Todos estos criterios son medibles y se puede optar por diferentes métodos evaluativos, según acceso y finalidad de la medición, por ejemplo, si tiene un fin práctico o investigativo.

Los factores de riesgo de sarcopenia son multifactoriales, estos se pueden deber a una causa primaria como lo es el envejecimiento per se, o causas secundarias relacionadas a factores extrínsecos y enfermedades. En las personas mayores, la sarcopenia desencadena en la pérdida de funcionalidad, caídas e incluso se puede llegar a la discapacidad. Si además se encuentra disminuida la densidad ósea (osteosarcopenia) por el desuso muscular, el riesgo de fractura frente a una caída aumenta. En la intervención terapéutica de la sarcopenia, si bien se debe considerar la nutrición, ingesta de proteínas y fármacos, estos deben hacer sinergia con el ejercicio físico, ya que se

ha demostrado que este último resulta ser lo más eficaz para retrasar la sarcopenia y los eventos relacionados con esta condición. Concretamente, el entrenamiento de fuerza es el más recomendable y específico, porque genera mayor beneficio en la masa, fuerza muscular y funcionalidad en las personas mayores.

Bibliografía

- Boetto, E. (2019). Prevalence and Clinical Correlates of Sarcopenia in Institutionalized Older People: Cross-Sectional Study of a Nursing Home Population. *Journal of Gerontology and Geriatrics* 67(1), 32–38.
- Cedeno-Veloz, B., López-Dóriga Bonnardeaux, P., y Duque, G. (2019). Osteosarcopenia: A Narrative Review. *Revista Española de Geriatria y Gerontología* 54(2), 103–8. <https://doi.org/10.1016/j.regg.2018.09.010>.
- Chen, L.K., et al. (2014). Sarcopenia in Asia: Consensus Report of the Asian Working Group for Sarcopenia. *Journal of the American Medical Directors Association* 15(2), 95–101. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jamda.2013.11.025>.
- Christie, J. (2011). Progressive Resistance Strength Training for Improving Physical Function in Older Adults. *International Journal of Older People Nursing* 6(3), 244–46.
- Compston, J. E., Mcclung M. R., y Leslie, W. D. (2019). Seminar Osteoporosis. *The Lancet* (393), 364–76. www.thelancet.com.
- Cortés, W., Gutiérrez, A., Martínez Fernández F. E, y Sanmiguel, L. C. (2014). Sarcopenia Una Patología Nueva Que Impacta La Vejez. *Revista Colombiana de Endocrinología, Diabetes & Metabolismo* 5(1), 28–36. <http://revistaendocrino.org/index.php/rcedm/article/view/339>.
- Fielding, R. A. et al. (2011). Sarcopenia: An Undiagnosed Condition in Older Adults. Current Consensus Definition: Prevalence, Etiology, and Consequences. International Working Group on Sarcopenia. *Journal of the American Medical Directors Association* 12(4): 249–56. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jamda.2011.01.003>.
- Herbst, A. et al. (2007). Accumulation of Mitochondrial DNA Deletion Mutations in Aged Muscle Fibers: Evidence for a Causal Role in Muscle Fiber Loss. *Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences* 62(3), 235–45.
- Hernlund, E. et al. (2013). Osteoporosis in the European Union: Medical Management, Epidemiology and Economic Burden: A Report Prepared in Collaboration with the International Osteoporosis Foundation (IOF) and the European Federation of Pharmaceutical Industry Associations (EFPIA). *Archives of Osteoporosis* 8(1–2).
- Hurley, B. F., Hanson, E. D., y Sheaff A. K. (2011). Strength Training as a Countermeasure to Aging Muscle and Chronic Disease. *Sports Medicine* 41(4), 289–306.
- Jentoft, A., Cruz, J., et al. (2010). Sarcopenia : Consenso Europeo Sobre Su Definición y Diagnóstico Informe Del Grupo Europeo de Trabajo Sobre La Sarcopenia En Personas de Edad Avanzada. *Age and Ageing* 44(0), 412–23.
- Mahecha. (2017). *Actividad Física y Ejercicio En Salud y Enfermedad*. Primera ed. Editorial Mediterráneo, Santiago.
- Mart, O., et al. (2007). *Envejecimiento Músculo-Esquelético*. Departamento de Medicina Interna. Hospital Marqués de Valdecilla. Universidad de Cantabria.
- Mastaglia, S. (2016). Osteosarcopenia: Un Factor de Riesgo Para Fracturas Osteoporóticas. *Acta bioquímica clínica latinoamericana* 50(3), 357–65. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0325-29572016000300004#no.

- Mata Ordoñez, F., et al. (2013). Entrenamiento de La Fuerza y Sarcopenia. Evidencias Actuales. *Journal of Sport and Health Research* 5(1), 7-24. http://www.journalsshr.com/papers/Vol_5_N_1/V05_1_1.pdf.
- Mayer, F., et al. (2011). Intensität Und Effekte von Krafttraining Bei Älteren. *Deutsches Arzteblatt* 108(21), 359-64.
- Padilla Colón, C. J., Collado Sánchez, P., Cuevas, M. J. (2014). Beneficios Del Entrenamiento de Fuerza Para La Prevención y Tratamiento de La Sarcopenia. *Nutricion Hospitalaria* 29(5), 979-88.
- Scanlon, Tyler C., et al. (2014). Muscle Architecture and Strength: Adaptations to Short-Term Resistance Training in Older Adults. *Muscle and Nerve* 49(4), 584-92.
- Serra Rexach, J. A. (2006). Consecuencias Clínicas de La Sarcopenia. *Nutrición Hospitalaria* 21(3), 46-50.
- Sociedad Española de Reumatología. (2018). Recomendaciones Sobre Osteoporosis. *Sociedad Española de Reumatología*, 1-69. https://inforeuma.com/wp-content/uploads/2017/04/59_Osteoporosis_ENFERMEDADES-A4-v04.pdf.
- Strasser, B., Keinrad, M., Haber, P., y Schobersberger, W. (2009). Efficacy of Systematic Endurance and Resistance Training on Muscle Strength and Endurance Performance in Elderly Adults - A Randomized Controlled Trial. *Wiener Klinische Wochenschrift* 121(23-24), 757-64.
- Yamada, M., et al. (2013). Prevalence of Sarcopenia in Community-Dwelling Japanese Older Adults. *Journal of the American Medical Directors Association* 14(12), 911-15. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jamda.2013.08.015>.

Capítulo IV

Conducta motora en el envejecimiento

Dr. Héctor Brito C.

Facultad de Ciencias de la Salud, carrera de Kinesiología, Universidad Autónoma de Chile sede Talca.

Aspectos generales de la conducta motora

La conducta motora es la interacción entre las características del desarrollo de la motricidad humana, la acción a realizar, el ambiente, las emociones y la orientación cognitiva de la intención de ésta; es el por qué nos movemos y la razón de la evolución de esta conducta. Se puede observar desde las contracciones faciales y cómo estas complementan la comunicación de forma única en cada individuo, incluso la simbiosis entre los tipos de personalidad y su postura.

Esto se puede ver en las relaciones funcionales a nivel cerebral y en cómo las diversas estructuras asociadas están ligadas al movimiento, la emoción y las capacidades encefálicas superiores de forma conjunta, generando una retroalimentación cíclica entre las mismas. Pero, ¿cuál es la razón de su evolución conjunta?, ¿por qué la evolución las conjugó como una estrategia exitosa?, o ¿cómo estas podrían aportar en su relación simbiótica a buscar una nueva evolución a pesar de los procesos de la vejez? Para analizar estas preguntas, primero debemos tener en cuenta que evolutivamente fuimos hechos para la interacción, desde el punto molecular hasta el corporal, siendo el movimiento una de las energías esenciales en la mayoría de los sistemas vivos e inertes. Esta interacción permite a sistemas biológicos complejos poder interactuar y ser parte de un todo, y es esta relación con un todo, lo que ancla a la necesidad de la vida con el movimiento y la interacción. De ahí la importancia del estudio de este movimiento que, en el caso del ser humano, tiene que ver con la interacción entre su misma especie y el ambiente,

permitiendo la adaptación de este. La maquinaria de la movilidad desde sus sistemas neurofisiológicos hasta los sistemas físicos tiene un propósito. Este propósito deposita la idea de que el movimiento no es tan solo un resultado, sino que también podría ser la causa de la vida y la necesidad emocional-cognitiva de vivir.

Es la interacción humana, desde incluso el nacimiento, antes de la plena conciencia y del recuerdo integrado, quien forma los sistemas de quiénes somos, dejando tácitamente escrito que lo que no se utiliza en un sistema rigurosamente eficiente, se atrofia y desaparece como un bucle de evolución constante. La intencionalidad del movimiento es uno de los insumos vitales en el desarrollo del movimiento, pero es esta interacción y cómo esta se desarrolla, la que aporta a la misma intencionalidad. Sin duda, esta estrategia asociada es lo que nos permite crear quien somos, tomando en parte las experiencias guardadas a través de la transmisión genética, la inclusión del entorno y la modulación de nuestras propias decisiones.

Algunos autores han referido una fuerte relación entre la motricidad humana y la conducta, incluyendo las capacidades ejecutivas y su relación con la emoción-cognición. Pero la mayoría de los estudios utilizados para determinar esta relación han tenido un enfoque orientado a la resolución de problemáticas de salud. Sin embargo, esta relación, ¿es solo un insumo que aporta a la salud poblacional? ¿O podría darnos una pista de cómo se desarrolla la evolución humana en su dimensión cuerpo-mente-ambiente? ¿Son las interacciones del cuerpo con el ambiente, una proyección de nuestro “yo”, o son las experiencias corporales con el ambiente, quienes crea nuestro “yo interno”? Estas interacciones, no tan solo crean o modifican nuestra construcción perceptual a nivel individual, sino que también generan un efecto sobre el mundo social, incluso aportando en la modificación del mismo ambiente, dando pie a un conflicto evolutivo entre el ser y su ambiente. Esto puede plantear que la rehabilitación física podría tener que estar ligada inherentemente a la emoción y cognición como ciclo evolutivo y, del mismo modo, las alteraciones de la salud mental y la motricidad, siendo la pérdida de esta relación la explicación del proceso de desadaptación física y mental en muchas de las mayores alteraciones de salud humana.

Los trastornos de la salud mental solamente han identificado al movimiento como uno de los signos de diversas alteraciones, ya sea aumentándolos o inhibiéndolos, incluso generando patrones de movimiento estereotipados. Pero esta desregulación es solo un signo o un tipo de comunicación que no logra reconocerse claramente. Las alteraciones motrices asociadas a procesos de alteración neural o cerebral, así como el deterioro progresivo asociado a la vejez o las alteraciones mentales, muestran una clara disminución en la cantidad de movimientos e interacción humana, ya que, incluso en

el desarrollo de la vida, la disminución del movimiento en los órganos vitales como la movilidad general significan la no vida. Si esto se extrapola a procesos dimensionales y no diagnósticos, se pueden evidenciar las conductas de inactividad global como el sedentarismo que, según este autor, vienen por la disminución de evolución e inocuidad de adaptabilidad para el ser.

Se puede ver una clara apertura en la relación de la mente y el cuerpo a través de la movilidad como una estrategia de adaptabilidad. Esta misma es la que se debe ver como el fin de la conducta del movimiento, desde una perspectiva individual y colectiva, siendo esta bidireccional entre mente-cuerpo, expresada como la conducta motora, una estrategia que permite buscar la vida, vivir y ser percibidos (Brito, 2018).

Mecanismos cerebrales explicativos de la conducta motora

Están bien establecidos los mecanismos de cambio asociados a las métricas cerebrales funcionales en el envejecimiento, impactando sobre la disminución natural de las mismas. Existen distintos mecanismos y teorías que explican las conductas motrices propias de los adultos mayores (desde el envejecimiento celular, cambios anatómicos y la funcionalidad), y que corresponden a explicaciones intrínsecas. Sin embargo, actualmente, muchas de las explicaciones extrínsecas han tomado igual o mayor relevancia. Estas están asociadas a la deprivación humana dada por la deficiencia de estímulos sensoriales que se traducen en nuevas experiencias sensoriomotrices, lo que explicaría, en parte, el aumento del efecto en el envejecimiento y la disminución de las capacidades evolutivas humanas en esta etapa. Dentro de las explicaciones extrínsecas es necesario incluir variables sociales que impactan en la codificación y construcción de modelos explicativos y que permitan dar cuenta de una mejor construcción de las causas u/o posibles mejoras en la conducta motora en el envejecimiento.

Teoría de desconexión

Dentro de los eventos que provienen de cambios propios del envejecimiento se entiende que a mayor edad, los ancianos muestran una disminución de la coordinación del movimiento (Ward, 2003), con una variabilidad creciente del rendimiento motor junto con un movimiento general de desaceleración (Darling et al., 1989). Estos cambios de comportamiento van acompañados de alteraciones de la red cerebral subyacente. Durante los movimientos, se recluta una red neuronal más extendida en el cerebro anciano (Deiber et al., 2013; Marusic et al., 2018). Además, los ancianos muestran mayores magnitudes de desincronización relacionada con el movimiento de la actividad osci-

latoria en las bandas de frecuencia asociadas con el control motor (Sailer et al., 2000), además de la mayor disminución de la potencia relacionada con el movimiento. Este cambio funcional cerebral, en donde se necesita de mayor reclutamiento neuronal por el cambio de la forma de procesamiento de la función neural cerebral, va de la mano con la desconexión que podría describir un mecanismo subyacente para el deterioro del comportamiento, así como para la pérdida de conectividad funcional, lo que sugiere la importancia de las redes de materia blanca para la función de orden superior. Dentro de este marco, la disminución de las capacidades cognitivas podría estar relacionada con el deterioro de la integridad del tracto de sustancia blanca, debido a su impacto en la comunicación entre las regiones del cerebro (Ferreira y Busatto, 2013; O'Sullivan et al., 2001; Marusic y Grosprêtre, 2018). Esta estrategia funcional de mayor reclutamiento cerebral en el envejecimiento, dado por la desconexión y disminución fisiológica de la sustancia blanca, tiene una relación inversa con el neurodesarrollo infantil, en donde la ganancia neuroanatómica de la sustancia blanca va ligada al aumento de la ramificación cortical, que en el caso de existir alteración se ha ligado a distintos trastornos asociados a capacidades cognitivas, ejecutivas y motrices (Shaw et al., 2007 y Yang et al., 2015).

Deprivación

Es aquí en donde se contraponen dos características asociadas al aumento del reclutamiento cerebral por la disminución de sustancia blanca: durante la infancia mantiene un aumento sostenido, pero esta misma condición muestra un declive en el envejecimiento. Si bien es cierto que el aumento de la sustancia blanca tiene un orden endógeno humano, su organización depende del estímulo, el cual aumenta progresivamente durante los años, pero por el contrario, en el envejecimiento, disminuye progresivamente. A pesar de que no se puede establecer la dirección causal de este efecto de forma categórica, el hecho de tener una mayor estimulación en forma de experiencia o, por el contrario, la falta de esta, influye sobre la organización, aumento y/o disminución de mapeo cerebral descrito en esta teoría (Voyer y Jansen, 2017). Esto se evidencia en el hecho de que un adulto mayor que se encuentra institucionalizado disminuye 2,8 puntos en valoraciones cognitivas o con riesgo de demencias, solo por el hecho de estar en esa condición, la que implica falta de exploración y nuevas experiencias (González-Colaço Harmand et al., 2014).

Retrogénesis psicomotora y abordaje ontogénico

La evolución desde el nacimiento a la edad adulta presenta un desarrollo escalonado y jerárquico, desde sistemas filogenéticos que se entrelazan con nuevos sistemas, dando

como resultado nuevos subsistemas, manteniendo un orden y organización específica. Tales subsistemas, como el tono, el equilibrio, la lateralidad, la noción del cuerpo, la orientación viso-temporo-espacial, la motricidad gruesa-fina y las praxias, forman parte de la psicomotricidad. Desde el nacimiento, hasta la adultez, operan a través de una ontogénesis sistemática que estructura la evolución psicomotora como sistemas de control, que son complejizados por las experiencias individuales. En el proceso de adulto a adulto mayor, comienza un desmontaje de estos subsistemas o retro génesis psicomotora, planteando que los subsistemas comienzan a desorganizarse de forma temporal inversa a como se organizaron. Esta teoría, que se basa en los planteamientos del desarrollo infantil ontogénico del Dr. Da Fonseca, da cierta línea de temporalidad y permite ir valorando la relación de cada subsistema para la reconstrucción, rehabilitación y/o habilitación, en el contexto del deterioro progresivo durante el envejecimiento, sea la etiología de ésta dada por el propio envejecimiento, por patologías, o por la privación sensorial ambiental (Fonseca, 1998b). Es por esto que se propone que estas manifestaciones del comportamiento motriz y la involución fisiológica que es la vejez, genéticamente programada, se dará de la corteza a la médula, de lo más complejo a lo más simple, de lo más voluntario a lo más automático, presuponiendo consecuentemente, una desorganización vertical descendente (Fonseca, 1998b). Esto es lo que permite el desarrollo de la gerontomotricidad.

Síntesis comparativa entre teorías del desarrollo de la gerontomotricidad

Teoría de Kurt Meinel (Meinel y Schnabel, 1987)

Plantea un paradigma físico-motriz, desde la fisiología y biomecánica, indicando que el proceso de envejecimiento es irreversible. Esta utiliza el concepto de ontogénesis motora para referirse al proceso de desarrollo motor humano y, en adulto mayor, se enfoca en el concepto de involución motriz para referirse a las conductas motrices tomando en cuenta factores contextuales, culturales, sociales, educativos, psicológicos, políticos y económicos, proponiendo estimulación asociadas al juego, actividad física y deportiva con el fin de enlentecer la involución motora y mantener la capacidad de rendimiento.

Enfoque: Con respecto al aprendizaje motor, postula que este es orientado a través de la adquisición y el perfeccionamiento de formas de conducta apropiadas mediante la confrontación activa del individuo con su medio ambiente, y manifiesta que está orientado al desarrollo, adaptación y el perfeccionamiento de acciones y formas de conducta cuyo contenido principal es el rendimiento motor y la resolución de un pro-

blema de tipo motriz. Las actividades que son parte del problema motriz son las que se deben entrenar, sugiriendo que estas permiten un mejor aprendizaje, considerando que si el acervo de experiencias motrices disponibles es cuantioso, más fácil y rápido ocurrirá el proceso de aprendizaje.

Fases del aprendizaje motor en la estimulación:

- Primera: desarrollo de la coordinación global.
- Segunda: desarrollo de la coordinación fina.
- Tercera: estabilización de la coordinación fina y desarrollo de la disponibilidad variable de la técnica.

Teoría Vitor Da Fonseca (1998)

Tiene un paradigma psico-motriz. Creando estadios de desarrollo según edad biológica, establece la vejez como un proceso inevitable acuñando a la ontogénesis como el concepto que define el desarrollo humano, refiriéndose a las alteraciones motrices desde la involución motriz en la conducta motora en la vejez. Prescinde de factores contextuales, culturales, sociales, educativos, psicológicos, políticos o económicos. En su valoración de la conducta motora presenta indicadores como la disminución de la cantidad y calidad del movimiento, desmodulación tónica y contracciones involuntarias.

Enfoque: Propone un enfoque con efecto preventivo y/o rehabilitador como formas dinámicas de estimulación vestibular y propioceptiva, exploración de situaciones estáticas y dinámicas de equilibrio, actividad lúdica de atención, observación y memoria.

Teoría Luis Ruiz (1987)

Presenta un paradigma desde el conductismo, empirismo, biología y psicología. Se refiere a procesos involutivos que se manifiestan en la madurez y vejez como deterioro, tomando en cuenta factores contextuales, culturales, sociales, educativos, psicológicos, políticos y económicos, indicando que, muchas veces, la pérdida de capacidad motriz en los adultos tiene su origen en la pérdida de motivación, asociado a conceptos emocionales. En su valoración identifica el nivel plenitud en el rendimiento motor, asociándolo a una progresiva tendencia hipocinética y al sedentarismo.

Propuesta: El autor propone que la participación en actividades físicas debe ser utilizada por razones profilácticas, terapéuticas, psicológicas y sociológicas, que, junto a otros hábitos saludables, contribuirán a hacer más lentos los procesos involutivos.

Estrategias: Se plantean dos opciones en la intervención, una con sistemas de guía constante y otra mediante el descubrimiento. Se puede requerir vigilancia visual a la hora de llevar a cabo actividades motrices. Es necesario dar tiempo suficiente para que la información sea recibida, procesada y elaborada la respuesta. La información se adecuará a la capacidad de comprensión del anciano, siendo en muchos casos detallada para permitir que autorregule sus respuestas. La utilización de diferentes materiales audiovisuales puede ser efectiva.

Teoría de Lawther (1983)

En su paradigma, define el crecimiento en relación con el desarrollo físico, la maduración en relación al aprendizaje, y postula que son las actividades las que refinan las habilidades motrices. Considera que parte de la problematización en el adulto mayor va asociada a las demandas sociales, la conducta convencional y las inhibiciones, el trabajo académico y el esfuerzo personal, y todo se combina para interferir en el desarrollo de las destrezas del adulto poco diestro. De ahí que eviten todas las situaciones en las que tengan que demostrar excesiva ineficacia o poco interés en practicar ciertas actividades, porque perderían prestigio debido al estigma social de incompetencia, donde solo en contadas ocasiones podrían saborear el triunfo.

Propuesta: Propone el aprendizaje como producto de beneficio terapéutico, en donde se busca que el ajuste o diferencia entre la instrucción y el propio rendimiento se nivelen, utilizando como principal medida las habilidades de manipulación. En esto se debe dejar que progresen a su velocidad o ritmo, sin presión alguna, con guías claras y mayor repetición de las indicaciones.

Teoría Perffeti (Uribe Ruiz et al., 2009; Carlos y Gadella, 2005)

A pesar de que esta teoría es más bien un enfoque de manejo terapéutico utilizado más recurrentemente en alteraciones neurológicas ligadas a pérdida de funciones y discapacidad, se ha estado utilizando en disfunciones y discapacidad ligada al envejecimiento. El razonamiento que debe realizar el terapeuta al inicio del proceso de rehabilitación tiene su génesis en la comprensión individualizada del problema y, a partir de ello, le es posible el establecimiento de soluciones o estrategias de intervención. Apoyado en lo anterior, el objetivo de la propuesta terapéutica es la elaboración y comprobación de una hipótesis perceptiva orientada a la solución de un problema cognoscitivo evidenciado en el comportamiento motor. Para alcanzarlo, se apoya en diferentes operaciones cognoscitivas de naturaleza espacial, tales como dirección, distancia y formas y operaciones cognoscitivas de contacto tales como superficie,

presión, resistencia de rozamiento y peso. Los aspectos somato sensorial y visual son aspectos para resaltar dentro de la terapia, ya que se acude a ellos como principal puerta de entrada al sistema neuromotor. En síntesis, la metódica Perfetti resulta una propuesta terapéutica que ofrece un razonamiento alternativo a las terapias clásicas y que en consecuencia es interesante de investigar.

Propuesta: La propuesta de Perfetti se establece en una serie de puntos necesarios para la rehabilitación.

1. Parte por utilizar el nivel atencional como instrumento en el reconocimiento del problema en el que se enfoca la terapia. Esto es un “algo”, en donde se recibe inicialmente solo información propioceptiva y táctil, solicitando acciones motoras de acuerdo con la resolución motriz que se encuentran asociados a una problemática práxica, pudiendo realizar ejercicios donde se empleen ambas informaciones, como también separando las aferencias táctiles de las propioceptivas, usando para los mismos, diferentes trayectorias y texturas, permitiendo ampliar la variabilidad para el reconocimiento del objeto.

2. Se concientizan los movimientos con el objeto, sin el estímulo visual. Esto se realiza revisando mentalmente todos los movimientos que realizamos, desde los movimientos de acercamiento con el objeto, como los necesarios para explorar sensorialmente el objeto.

3. En la siguiente fase se pide colaboración del paciente y se prohíbe la repetición del gesto. Esta fase tiene guía. Si el paciente realiza de forma correcta la acción, le quita la guía manual o instrumental en el periodo de exploración. En el caso de que se equivoque, se restringe el movimiento, ya que se busca reorganizar el patrón de movimiento buscando que haga un movimiento correcto, que se integre el conocimiento y no solo una mera movilización de diferentes regiones o segmentos corporales. El objetivo es buscar mejora en la adaptación y no en la reiteración, colocando al paciente en la situación en la que el conocimiento se adapte y haga reclutar las estructuras del modo más adecuado a la necesidad del paciente. Se busca que el paciente se modifique a sí mismo, viendo que no es el profesional quien lo modifica de forma tutorial. Trabajando de este modo, se comprueba que la recuperación depende de la activación de los procesos cognoscitivos del paciente y esto es lo que diferencia este concepto de los otros modos de trabajo en el campo de la recuperación. Queda patente en este tipo de tratamiento que la implicación del paciente ha de ser máxima, al ser él el primero que siente la modificación. Se debe tener claro que se producen modificaciones que con la vista no es posible ver pero que realmente el paciente siente y así lo hace entender en la práctica diaria.

4. El aumento del estímulo táctil se va modificando para dar diferenciación de los problemas motrices planteados.
5. La propiocepción es aumentada, quitando la estimulación visual de modo de aumentar el reconocimiento corporal y siempre debe realizarse de un modo consciente. Esto, debido a que el tratamiento, tanto de las sensaciones táctiles como de la propiocepción, se podrá hacer también de un modo inconsciente, cuestión que se ejemplifica muy claramente en el caso de la propiocepción. En fisioterapia esto se ha empleado mucho tiempo y todavía en la actualidad se sigue empleando desde el punto de vista de la inconsciencia, al haber muchas técnicas que no hacen llegar ésta a la conciencia, ya que se pretende una respuesta muy rápida, a través de vías inferiores del sistema nervioso central.
6. El lenguaje se utiliza como guía en los procesos cognoscitivos y como escucha del paciente.
7. La utilización de objetos es utilizada con poca frecuencia en la rehabilitación kinesiológica, a diferencia de la terapia, pero sí son de gran utilidad frente a la teoría de la actividad o la tarea, y necesarios en planteamiento de problemas según conceptos del control motor.

Deterioro sensorial en el adulto mayor

El envejecimiento es una realidad biológica inevitable que implica que el grupo etario que lo experimenta (mayores de 65 años), tenga necesidades sociales-sanitarias específicas. El envejecimiento se puede modificar según los hábitos, estilos de vida, exposición ambiental, enfermedades y factores genéticos, y ocurre como consecuencia de procesos complejos de daño celular y molecular acumulativo, lo que ocasiona un declive funcional progresivo, produciendo una degeneración diferente para cada individuo a lo largo del ciclo de vida. Durante mucho tiempo, esta condición se ha asociado a la disminución de la función sensorial, lo que influye negativamente en la calidad de vida de los adultos mayores. Estudios indican como causas generales comunes la alteración del nervio periférico, alteración en la integración sensorial a nivel central, falta de capacidad regenerativa y efectos metabólicos secundarios progresivos. Esta pérdida sensorial o la pérdida de los sentidos, discriminación e integración, se correlacionan con los años con otras alteraciones, las cuales limitan aún más la función del individuo de larga edad, comprometiendo el desarrollo de las actividades básicas e instrumentales de la vida diaria, siendo esto un indicador temprano de la neurodegeneración, afectando los movimientos y capacidades de reacción, aspectos

sensoriales, aspectos afectivos y emocionales, e influyendo de manera perjudicial en el área social y en la salud.

El olfato, por ejemplo, se asocia al deterioro cognitivo, la discapacidad visual se relaciona con la depresión, la cognición con la mala calidad de vida, la pérdida de la audición con la velocidad de la marcha, y la cognición con el olor-sabor se asocia con una afectación nutricional, pudiendo afectar considerablemente la mortalidad en este proceso de envejecimiento, producto en sí de la afectación metabólica. Asimismo, se ha demostrado que la discriminación táctil disminuye por una baja en la velocidad de conducción nerviosa, afectaciones de los corpúsculos de Meissner y Pacini, y modificaciones en la materia gris del sistema nervioso central, lo que produce finalmente deterioro cognitivo. La prevalencia del aumento del deterioro en los sentidos de los adultos mayores de 70 años, respecto a la pérdida auditiva es de un 33%, de la visual, de un 18%, del olfato, de un 24% y, del sabor, de un 66% de la población, pudiéndose estas afecciones presentarse de manera combinada, aumentando dichos porcentajes a medida que se incrementa la edad. Este deterioro dual tiene mayores efectos sobre la función con relación a los déficits individuales, siendo el deterioro multisistémico finalmente el que causaría más efectos perjudiciales en la salud del individuo. (Camil Correia, 2016).

Envejecimiento sensorial

Vestibular

Las afecciones del sistema vestibular se pueden generar a nivel periférico o a nivel central, generando trastornos agudos y/o crónicos. Estas alteraciones vestibulares inciden en las caídas, en el vértigo posicional e inestabilidad postural, lo cual afecta el movimiento propositivo y la capacidad de reacción frente a alguna oscilación en un plano de movimiento, generando caídas frecuentes y, con el tiempo, miedo a desplazarse y aislamiento, aumentando el riesgo de mortalidad en el adulto mayor. Las alteraciones agudas son las más frecuentes en esta población, el denominado síndrome vestibular periférico agudo se produce a nivel celular por alteración y pérdida del material ciliar de las máculas otolíticas, utrículo y sáculo, generando cambios estructurales en la matriz mucoproteica, afectándose el metabolismo de autofagia y cálcico, produciendo que llegue menor información receptiva sobre aceleraciones lineales cefálicas. En algunos casos se puede asociar a una alteración en el reflejo vértigo-oculomotor o por pérdida de la función vestibular por patologías vasculares.

Ya que el sistema auditivo sufre diversos cambios en su conformación, procesos celulares y funcionamiento, se genera el vértigo postural paroxístico benigno (VPPB) con

manifestaciones clónicas o vértigos posturales en el adulto mayor. Estos se producen al realizar tareas simples como movimientos de girar la cabeza, o en una tarea tan simple como incorporarse de la cama. Este tipo de vértigo dura segundos y predispone al adulto mayor a sufrir de nistagmos y diversas caídas, generando lesiones óseas de distinta índole, siendo más grave la generación de TEC (traumatismo encéfalo-craneano), aumentando la discapacidad por secuelas y generando dependencia.

Finalmente en este contexto clínico, generado por el desplazamiento de células toconales desde las máculas a los canales semicirculares hacia posterior, se produce el denominado vértigo postural, lo que puede generar pérdida súbita de la función vestibular, generando con el tiempo trastornos crónicos, lo cual afecta posteriormente al sistema nervioso central, asociándose a patologías cerebrales difusas afectando las células ciliadas y modificándose de forma permanente las máculas otolíticas y crestas de los canales semicirculares, y así, aumentando los factores de riesgo. Esta afectación vestibular se evalúa según los diferentes estudios con el nistagmo posicional y el *catch up saccades* (movimientos cefálicos). En el caso de generar alteración del control postural se utiliza la prueba de Romberg, observándose las oscilaciones que el adulto mayor genera al cerrar los ojos. También es de gran relevancia evaluar pruebas funcionales y la capacidad de generar el movimiento voluntario, estrategias de marcha y control postural (función vestibuloespinal), y test perceptuales, contrastándolos con electronistagmografía (ENG)-Videonistagmografía (VNG); *Video Head Impulse Test* (VHIT), el cual registra los movimientos oculares y censa los movimientos de la cabeza; y, Registro de Potenciales Evocados Vestibulares (VEMPS), el cual mide los potenciales de acción que se generan sobre los músculos del cuello o sobre los musculoso óculo-motores (OVEMP), evaluando en sí la función del utrículo y sáculo. Esto dará información de la función de los receptores vestibulares y, como finalmente está siendo procesada la información sensorial, permite estimar la inestabilidad y el riesgo de caídas. En cuanto a la evaluación de marcha y posturografía, se efectuarán dependiendo de los efectos o la discapacidad en esta postura o marcha, según cada paciente y cada condición, generando la necesidad de una intervención terapéutica en el proceso de rehabilitación en el que se encuentre.

Investigaciones epidemiológicas indican que un 25% aproximado de las causas de inestabilidad y vértigo posicional son de origen central, teniendo como causa afecciones cerebrovasculares, tumores, patologías degenerativas, trastornos psiquiátricos y psicotrópicos. Por otro lado, la migraña vestibular que se produce en el adulto joven es considerada como posible etiopatogenia de un cuadro vertiginoso a posterior. Considerando que en el adulto mayor se suma la probabilidad de generar un accidente cerebrovascular (ACV), transitorio o permanente. Se ha relacionado el vértigo y el

mareo como síntoma con el accidente cerebrovascular, considerándose en algunos casos el vértigo como un factor predictivo de este respecto de síntomas aislados como mareo o inestabilidad. (Hamlet Suárez, 2016).

Tacto

Nuestra piel está conformada por múltiples receptores de dolor y temperatura, por ende, esta influye en el proceso de termorregulación y de manera directa al sentido del tacto. La piel se divide en capas o unidades funcionales desde externo a interno por la epidermis, dermis y tejido subcutáneo.

Tabla 1.

Sistemas de regulación para las funciones del tacto, temperatura, presión, dolor y aspecto táctil afectivo

Corteza Somatosensorial	Sensaciones de frío, calor, tacto, presión, dolor y sensibilidad propioceptiva
Corteza Orbitofrontal	Aspectos afectivos del tacto
Fibras A beta	Aspectos táctiles discriminativos
Fibras C amielínicas	Aspectos táctiles afectivos

A medida que se envejece, la capacidad táctil discriminativa baja, por diversas causas como, por ejemplo, disminución del flujo sanguíneo, adelgazamiento de la piel y enfermedades diversas, entre otras, afectando la manipulación y aumentando el riesgo de tener lesiones como quemaduras por alteración de la sensibilidad. Incluso aumenta el riesgo de caídas por disminución de los receptores cenestésicos. Producto de la edad se produce además una disminución en los corpúsculos de Meissner y Pacini, y una disminución en la sensibilidad vibratoria de predominio en las extremidades inferiores, ya que se ha demostrado que estas pierden más fibras nerviosas sensoriales de los nervios espinales más bajos.

El sentido del tacto se comienza a desarrollar in útero, generando en este ambiente un vínculo, comodidad, control de emociones y seguridad. Así, el contacto pasa a ser una necesidad fisiológica y esta necesidad no disminuye con la edad. Sin embargo, en los adultos mayores el contacto disminuye por lo que se generan depresiones y aislamiento social. Varios estudios manifiestan que cerca de un 20 a un 40% de los adultos mayores se sienten solos tanto socialmente como emocionalmente y esta soledad, más el aislamiento social, aumentan la morbimortalidad. El sentido del tacto y, dentro de este mismo, el contacto emocional afectivo es primordial para la prevención

del aislamiento afectivo en salud mental, lo cual tiene relación con el envejecimiento activo (salud mental y sentido del tacto en la vejez). Este procesamiento afectivo del tacto esta comandado por la ínsula y por la corteza somatosensorial. El tacto afectivo genera mejoras en la salud, disminuye el estrés y la depresión, la estimulación táctil mejora la cognición y el aspecto emocional, mejorando la calidad de vida. Estudios demuestran que disminuye el tacto de forma discriminativa con la edad, pero no el tacto de manera afectiva, lo cual es una condición que se debe considerar dentro del aspecto social global del adulto mayor (Kabanchik, 2016).

Alteraciones visuales

Diversos estudios relacionan la pérdida del sentido de la visión con un aumento de la discapacidad. Algunas investigaciones realizadas en adultos mayores institucionalizados con pérdida o baja visión indican que son poco funcionales y dependientes en gestos motores como traslado, aseo personal y actividades de la vida diaria. Esta disminución de la visión se relaciona con deterioro de las capacidades funcionales, de hecho, se ha determinado en estudios en adultos mayores institucionalizados con baja visión, la dificultad que estos poseen para actividades de la vida diaria como las transferencias y aseo personal. También se ha encontrado que la mayor afectación se produce en la lectura, la independencia en el ambiente externo y actividades de ocio. Esto aumenta la posibilidad de sufrir caídas, disminuyendo aún más la funcionalidad del adulto mayor. Como causa de la disminución de la visión se encuentran las alteraciones como degeneración macular asociada a la edad (DMAE); la catarata, la cual es la principal causa de la pérdida total de la visión en los mayores de 60 años; el glaucoma; y, la retinopatía diabética. La recuperación de la función visual en estos pacientes ancianos tendrá efectos positivos sobre su calidad de vida (Jiménez Navascués, 2007).

Audición

A medida que envejecemos, hay una pérdida de la audición, esto se denomina presbiacusia, en donde al adulto mayor se le dificulta percibir los sonidos de alta frecuencia. Se presenta más en hombres que en mujeres, a partir de la tercera a la sexta década, y su causa es por una afectación en el oído interno y sistema auditivo central. La disminución de la audición afecta en los procesos de integración sensorial y reacción, pudiéndose presentarse esta alteración de manera aislada solo en un sentido, o de manera multifactorial interrelacionándose con otros sentidos afectados, y aumentando más aún el deterioro funcional del adulto mayor. En la mayoría de los casos, los adultos mayores tienen dos o más déficits sensoriales, lo que produce un deterioro multisensorial (Camil Correia, 2016).

Gusto

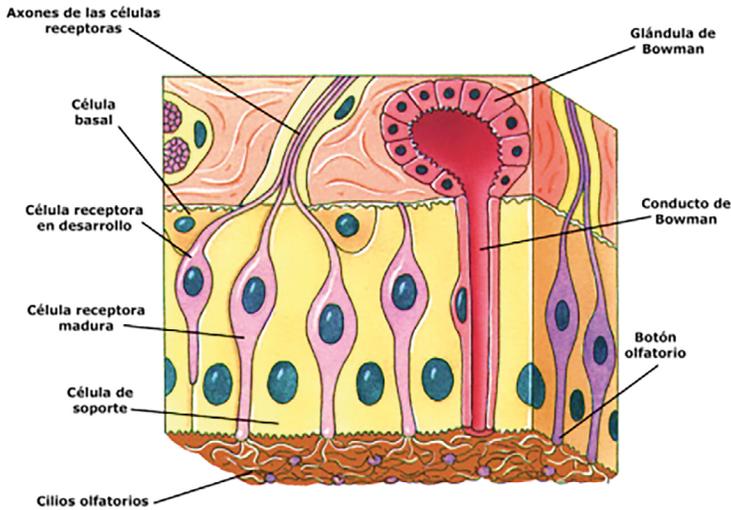
Respecto al gusto en el proceso de envejecimiento, este comienza a ver afectada su capacidad de discriminación de forma más temprana en el sexo femenino, a partir de los 45 años. En el sexo masculino, esta alteración comienza posteriormente, entre los 50 a 60 años. No está claro aún si el deterioro de la discriminación del gusto en el envejecimiento normal se debe a la disminución de las papilas fungiformes, caliciformes o botones gustativos; si se producen alteraciones en la sensibilidad, disminuyendo a medida que pasan los años; o si simultáneamente desciende la producción salival, con su correspondiente baja en la producción de la amilasa salival, la cual es la principal enzima de la saliva. Diferente es hablar del concepto denominado “sabor”, el cual es un ejemplo de procesamiento multisensorial, donde se genera la integración de al menos tres diferentes canales sensoriales: gusto, olfato y somatosensación (Marks et al., 2007). Otras patologías producto de la edad son la hipogeusia, que corresponde a una disminución de la sensibilidad gustativa; la disgeusia, que es una distorsión de la percepción de lo que antes se consideraba normal o agradable; y, la agnosia gustativa, la cual es la no capacidad de reconocer algún estímulo gustativo (Fuentes et al., 2010)

Olfato

El sentido del olfato también se ve afectado con el pasar de los años. Existe una baja en la capacidad olfatoria que, en un comienzo, se denomina hiposmia. Esta corresponde a una reducción parcial de percepción de olores, la cual va en aumento produciendo como resultado una anosmia, lo cual corresponde ya a una disminución total del olfato, la cual puede ser temporal o crónica.

En algunos adultos mayores a partir de los 60 años, se produce una pérdida completa o parcial de diversas células aparte de las neuronas receptoras, afectando también células sostén, células basales y células mitrales del bulbo olfatorio. El mecanismo de acción de estas neuronas se produce gracias a que los axones de las células mitrales y en el penacho de cada bulbo se juntan para formar el tracto olfatorio, de manera bilateral. Este sistema lleva la información de manera ipsilateral a varias áreas cerebrales dentro de la superficie orbital posterior del lóbulo frontal y la superficie dorsomedial del lóbulo temporal (Gottfried, 2006). Para que el sentido del olfato funcione se necesita un trabajo complejo y extenso de redes neuronales, las cuales actúan de manera conjunta. Este se procesa de manera serial y en paralelo, afectando de manera gradual la disminución neuronal en el proceso de envejecimiento (Fuentes, 2011).

Figura 1



Nota. Las neuronas olfatorias se suplen por neuronas nuevas cada mes. A medida que se produce el envejecimiento, este recambio va disminuyendo, afectando así la capacidad olfatoria. Estas neuronas poseen cilios conectado con el exterior por la cavidad nasal y envían sus axones al cerebro a través de los tractos olfatorios.

Integración sensorial

La integración sensorial es la capacidad del sistema nervioso central para organizar e interpretar las informaciones captadas por los diversos sistemas sensoriales (visual, auditivo, gustativo, olfativo, táctil, propioceptivo y vestibular), y poder responder así, de forma adecuada, al ambiente que nos rodea. Nuestro cerebro interpreta este proceso neurofisiológico como una experiencia significativa, interviniendo en la conducta e integración sensorial y afectando, a la vez, otros sistemas mentales en los cuales influye. Las experiencias adversas hacen conexiones anómalas tanto en asociaciones como en proyecciones y conforman circuitos de respuestas adaptativas poco o menos funcionales. En el grupo etario en estudio, esta integración disminuye por los factores ya mencionados, y la capacidad de regeneración y sinaptogénesis aumenta este potencial de deterioro, viéndose afectada así la capacidad de reacción del adulto mayor frente al entorno.

En patologías como el Alzheimer, que es la forma más común de demencia en adultos mayores, se genera un factor moderador de la demencia sobre la deprivación sensorial, aumentando el efecto de disfuncionalidad en esta última. Evidentemente, esto interfiere con el normal funcionamiento del individuo afectado, generando un impacto en la ejecución e interacción activa con su entorno (ambiente-social), man-

teniendo una retroalimentación negativa en la integración de estímulos sensoriales a nivel encefálico. Esto genera afecciones a nivel de pensamiento, orientación temporo-espacial y alteraciones emocionales como ansiedad. En un comienzo se genera pérdida cognitiva, con dificultad en el lenguaje, incluso generando reacciones hostiles, generándose una pérdida en aumento del procesamiento sensorial, afectando la interpretación del estímulo, integración y la respuesta adaptativa. Las dificultades en la función sensorial afectan el procesamiento en funciones superiores y alteran la respuesta en situaciones cotidianas cognitivas, influyendo en el comportamiento del adulto mayor. Estas respuestas adaptativas pueden ser: afectiva, fisiológica, motora o funcional, dependiendo de cómo el sistema nervioso recibe la información, la modula y la interpreta. Estas respuestas se afectan en mayor grado si existe una patología cognitiva de base, disminuyendo así el proceso de atención y la rapidez en la respuesta de este procesamiento sensorial.

Existen tres teorías de procesamiento sensorial; una indica que el proceso de integración sensorial posee un funcionamiento constante durante todo el ciclo vital, influenciada por el entorno, en donde la neuro-plasticidad genera nuevas conexiones tanto en personas en las primeras etapas de vida como en el adulto mayor, incluso en adultos mayores con lesión cerebral, relacionándose la plasticidad neuronal y el aprendizaje de manera directa, modificando la conducta y la adaptación al medio u entorno. Otra teoría corresponde a que la estimulación va direccionada a niveles subcorticales, influenciando en su maduración y función, activándose de manera unificada en cuanto a la organización, planeación y capacidad adaptativa. Así, la estimulación va a depender de la maduración de estos sistemas subcorticales. Realizar estimulación sensorial en este tipo de individuos genera activación de procesos, mejorando la orientación, el comportamiento y la atención, favoreciendo el funcionamiento del colículo superior mamilar, aumentando los niveles atencionales, las funciones emocionales en el sistema límbico, permitiendo una modulación de los sistemas corporales somatosensorial y somatomotor. Esta regulación es dada por el tálamo, quien recibe la información sensorial-motora y las integra. La tercera teoría nos habla que todas estas funciones trabajan al unísono de manera integrada, inter-dependiendo una de otra..

Hace muchos años se entiende que las funciones integrativas cerebrales de más alto orden dependen de las estructuras de un nivel más bajo y de la experiencia sensorio-motora (Ayres, 1989). La integración sensorial entonces depende de la integración y maduración de estos sistemas y puede ser modificada por el entorno. Así, este sistema se autorregula, se organiza y puede cambiar. En esto interviene, mejorando el modelo

de integración, lo que conocemos como *feedback*. Esta acción aumenta o mantiene los modelos neuronales, lo que favorece la memoria, lo vestibular, lo táctil y lo propioceptivo de este grupo etario, y mejora la cognición, lo que se relaciona con otras funciones cognitivas como la planeación, organización y funciones de la vida diaria. En los adultos mayores el *feedback* resulta imprescindible para favorecer la participación y generar, finalmente, en base al movimiento o estimulación, un aprendizaje y una respuesta adaptativa al medio que lo rodea, generando nuevas estrategias de aprendizaje teniendo en consideración sus capacidades actuales, y favoreciendo, incluso, su capacidad afectiva, social y familiar. Acerca del procesamiento de información a nivel de redes neuronales, otros autores postulan que existe una capacidad interna para responder frente al estímulo sensoriomotor. Esto aumentaría la integración sensorial y es por ello que se trabaja desde todos los ámbitos, incluyendo lo socioafectivo y, principalmente, la motivación, es decir, la iniciativa frente a situaciones nuevas que nos permiten generar un cambio. En este proceso, el individuo debe estar consciente de sus potencialidades, lo que permite avanzar en el proceso de integración (Monsalve A, 2009).

Tabla 2.

Resumen de deterioro sensorial en el adulto mayor

Sentidos	Alteraciones	Riesgo – función	Integración sensorial
Tacto	Disminución de la capacidad táctil discriminativa. Disminución de la sensibilidad.	- Aislamiento - Contacto afectivo	- 1 o más sentidos - Aferencias y modulación
Audición	Afectación oído interno y sistema auditivo central.	Reacción	- 1 o más sentidos - Aferencias y modulación
Gusto	Disminución de las papilas gustativas. Disminución de la sensibilidad.	Reconocimiento	- 1 o más sentidos - Aferencias y modulación
Olfato	Disminución en el recambio de neuronas olfatorias.	Reacción	- 1 o más sentidos - Aferencias y modulación
Sistema vestibular	Afectación a receptores periféricos o directamente en el SNC. -Pérdida de material ciliar - Alteración reflejo VOC - Alteración aguda o crónica -Vértigo posicional e inestabilidad postural, afectando la capacidad de reacción.	- Caídas - Deterioro funcional - Aislamiento	- 1 o más sentidos - Aferencias y modulación

Discapacidad y envejecimiento

En Chile, desde el área de la salud, existen objetivos sanitarios generales claros para la población general. El envejecimiento activo, desde la definición de la Organización Mundial de la Salud (OMS) se plantea como una optimización de las oportunidades de bienestar físico, social y mental durante todo el ciclo vital, para ampliar la esperanza de vida saludable, la productividad y la calidad de vida en la vejez (Naciones Unidas, 2002). Los objetivos sanitarios para este grupo etario son impulsados a nivel nacional por el Servicio Nacional del Adulto Mayor del Ministerio de Desarrollo Social y Familia, con su política vigente hasta 2025, la cual propone proteger la salud de las personas mayores, mejorar su integración en los distintos ámbitos de la sociedad e incrementar sus niveles de bienestar subjetivo (Senama, 2012). Estos objetivos se relacionan directamente con la posibilidad de vivir el envejecimiento y la vejez como un proceso en el que caben nuevas posibilidades de desarrollo y autonomía (Minsal, 2014). Es por esto que se hace relevante tener en cuenta el impacto del envejecimiento sobre su mayor consecuencia: la discapacidad.

La detección temprana de los problemas de salud y las acciones para reducir el impacto de una enfermedad o lesión que ya existe, pueden disminuir las complicaciones relacionadas. Más de mil millones de personas (el 15% de la población mundial) vive con algún tipo de discapacidad y de ellos, casi 200 millones (el 2%) experimentan considerables dificultades de funcionamiento. Las altas tasas de discapacidad entre la población adulta mayor reflejan la acumulación de riesgos para la salud a través del ciclo de vida, debido al padecimiento de enfermedades, lesiones y patologías crónicas. En los países de bajos ingresos, la prevalencia de la discapacidad entre la población de 45 años y más es mayor que en los países de altos ingresos, y más alta entre las mujeres que entre los hombres. El proceso de envejecimiento para algunos grupos de personas con discapacidad se inicia más temprano que lo usual. Por ejemplo, algunas personas con discapacidades del desarrollo muestran signos prematuros de envejecimiento. Así, los cambios asociados con el envejecimiento pueden producir mayor impacto en las personas con discapacidad (OMS y Banco Mundial, 2011).

Bibliografía

- Ayres J. (1989). *Sensory Integration and Praxis Tests Manual*. Los Angeles: Western Psychological Service
- Brito, H. C. (2018). *La conducta motora, y la evolución ¿una posible relación entre mente y cuerpo?* Psiquiatría y salud mental. <http://www.psiquiatriaysaludmental.udec.cl/la-conducta-motora-y-la-evolucion-una-posible-relacion-entre-mente-y-cuerpo/>

- Camil Correia BS, K. J. (2016). Global Sensory Impairment in Older Adults in the United States. *Journal of the American Geriatrics Society*, 306-313.
- Carlos, J., y Gadella, B. (2005). El ejercicio terapéutico cognoscitivo : Concepto Perfetti. *Revista de Fisioterapia*, 4(1), 36-42.
- Da Fonseca, V. (1998a). *Manual de observación psicomotriz: Significación psiconeurológica de los factores psicomotores*. INDE publicaciones.
- Da Fonseca, V. (1998b). *Manual de observación psicomotriz*. Barcelona, España: INDE.
- Darling, W. G., Cooke, J. D., y Brown, S. H. (1989). Control of simple arm movements in elderly humans. *Neurobiology of Aging*, 10(2), 149-157. [https://doi.org/10.1016/0197-4580\(89\)90024-9](https://doi.org/10.1016/0197-4580(89)90024-9)
- Deiber, M. P., Ibañez, V., Missonnier, P., Rodriguez, C., y Giannakopoulos, P. (2013). Age-associated modulations of cerebral oscillatory patterns related to attention control. *NeuroImage*, 82, 531-546. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.06.037>
- Ferreira, L. K., y Busatto, G. F. (2013). Resting-state functional connectivity in normal brain aging. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2013.01.017>
- Fuentes A, F. M. (2011). Olfactory sensory perception. *Revista médica de Chile*, 139(3), 362-367.
- González-Colaço Harmand, M., Meillon, C., Rullier, L., Avila-Funes, J.-A., Bergua, V., Dartigues, J.-F., y Amieva, H. (2014). Cognitive Decline After Entering a Nursing Home: A 22-Year Follow-Up Study of Institutionalized and Noninstitutionalized Elderly People. *Journal of the American Medical Directors Association*, 15(7), 504-508. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2014.02.006>
- HamletSuárez, D. (2016). El síndrome vestibular en el adulto mayor. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 27(6), 872-879.
- Jiménez Navascués, L., Hajar Ordovas, C. (2007). Visual disorders as a risk factor for elderly people's autonomy. *Gerokomos*, 18(1), 23-29.
- Kabanchik, D. A. (2016). Salud Mental y Sentido del Tacto en la Vejez. *Rev. Arg. de Gerontología y Geriatria*, 30(2), 75-77.
- Lawther, J. D. (1983). *Aprendizaje de las habilidades motrices*. Paidós.
- Marks, L.; Elgart, B.; Burger, K. y Chakwin, E. Human flavor perception: Application of information integration theory. *Teor. Model*, (1), 121-32, 2007.
- Marusic, U., y Grosprêtre, S. (2018, May 28). Non-physical approaches to counteract age-related functional deterioration: Applications for rehabilitation and neural mechanisms. *European Journal of Sport Science*. Taylor and Francis Ltd. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1447018>
- Meinel, K., y Schnabel, G. (1987). *Teoría del movimiento*. Ed. Stadium.
- Ministerio de Salud, Minsal. (2014). Programa nacional de salud de las personas adultas mayores. *Minsal*, 239. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Monsalve A, R. C. (2009). Integración sensorial y demencia tipo Alzheimer: principios y métodos para la rehabilitación. *Revista Colombiana Psiquiatría*, 38(4), 717-736.
- Naciones Unidas. (2002). Declaración Política y Plan de Acción Internacional de Madrid Sobre el Envejecimiento. *Segunda Asamblea Mundial Sobre El Envejecimiento*, 62. <http://www.un.org/esa/socdev/documents/ageing/MIPAA/political-declaration-sp.pdf>
- O'Sullivan, M., Jones, D. K., Summers, P. E., Morris, R. G., Williams, S. C. R., y Markus, H. S. (2001). Evidence for cortical "disconnection" as a mechanism of age-related cognitive decline. *Neurology*, 57(4), 632-638. <https://doi.org/10.1212/WNL.57.4.632>
- OMS y Banco Mundial. (2011). Informe mundial sobre la discapacidad. *Organización Mundial de La Salud*, 388. http://www.who.int/entity/disabilities/world_report/2011/accessible_es.pdf?ua=1
- Servicio Nacional del Adulto Mayor, Senama. (2012). Políticas públicas para las personas mayores en Chile.

- Ruiz, L. M. (1987). *Desarrollo motor y psicología*. Gymnos, Librería Editorial Deportiva.
- Sailer, A., Dichgans, J., y Gerloff, C. (2000). The influence of normal aging on the cortical processing of a simple motor task. *Neurology*, 55(7), 979–985. <https://doi.org/10.1212/WNL.55.7.979>
- Shaw, P., Eckstrand, K., Sharp, W., Blumenthal, J., Lerch, J. P., Greenstein, D., ... Rapoport, J. L. (2007). Attention-deficit/hyperactivity disorder is characterized by a delay in cortical maturation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(49), 19649–19654. <https://doi.org/10.1073/pnas.0707741104>
- Uribe Ruiz, M. M. C., Maje Peña, C., y Zuluaga, M. A. A. (2009). La técnica perfetti como estrategia neurorestaurativa para mejorar el balance y la marcha en pacientes con secuelas crónicas de accidente cerebro vascular. *Umbral Científico*, 15(15), 59–65.
- Voyer, D., y Jansen, P. (2017). Motor expertise and performance in spatial tasks: A meta-analysis. *Human Movement Science*, 54, 110–124. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2017.04.004>
- Ward, N. S. (2003). Age-related changes in the neural correlates of motor performance. *Brain*, 126(4), 873–888. <https://doi.org/10.1093/brain/awg071>
- Yang, T. T., Lo, C. P., Tsai, P. S., Wu, S. Y., Wang, T. F., Chen, Y. W., ... Kuo, Y. M. (2015). Aging and exercise affect hippocampal neurogenesis via different mechanisms. *PLoS ONE*, 10(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0132152>

Capítulo V

Actividad física en el adulto mayor institucionalizado

Dr. Aldo Martínez A.

Facultad de Ciencias de la Salud, carrera de Kinesiología, Universidad Autónoma de Chile sede Talca.

Contextualización histórica

En Chile, la efectividad de las políticas sociales implementadas desde la segunda mitad del siglo XX y los cambios demográficos, sociales, económicos y culturales experimentados en las últimas tres décadas han determinado un escenario social y cultural tal, que, al comenzar el siglo XXI, el fenómeno del envejecimiento está cobrando una mayor relevancia. Esto, debido principalmente al aumento de las expectativas de vida en la población. El envejecimiento es un proceso que se caracteriza por la pérdida progresiva de las capacidades físicas, cognitivas, biológicas y psicosociales del individuo. En este contexto, la población adulta mayor (AM) es particularmente sensible, pues aumenta la probabilidad de sufrir eventos adversos llamados caídas. Estas se definen como un suceso inesperado en el que hay pérdida del equilibrio y tras lo cual se termina en el suelo o un nivel inferior.

La caída constituye uno de los síndromes geriátricos de mayor prevalencia en este grupo de la población, incrementando la morbimortalidad y disminuyendo la funcionalidad. Se ha estimado que aproximadamente el 5% de los AM que se caen deberán ser hospitalizados y el 40% de ellos ingresarán a centros institucionalizados. Una vez institucionalizado, debido a las características inherentes del centro, tales como menor frecuencia de actividad física y estrategias de atención curativa y no preventiva, aumentará la probabilidad de sufrir nuevas caídas, incrementando su dependencia funcio-

nal. Esta nueva condición de fragilidad de salud provocará un aumento en los costos sanitarios de dichas instituciones, así como de los familiares que deberán asumir las implicancias psicológicas y económicas generadas por la caída. Los cambios propios del envejecimiento hacen que los adultos mayores, según genética y formas de vida llevadas a lo largo de los años, tengan mayores posibilidades de sufrir una caída. Esta puede provocar una alta morbilidad a causa de las lesiones resultantes, inmovilidad secundaria y pérdida de autonomía (Chaparro et al., 2018) e incluso, predisponer el ingreso prematuro a centros institucionalizados o de larga estadía. En general, la caída es consecuencia de múltiples factores de riesgo, incluyendo alteraciones de los sistemas visual, vestibular, propioceptivo y fuerza muscular de extremidad inferior. Se estima que el 30% de los adultos mayores de la comunidad se caerán, a lo menos, una vez al año. En cambio, el porcentaje puede alcanzar hasta un 50% en los AM que residen en centros institucionalizados. Esto traerá como consecuencia nuevas caídas, restricción de las actividades diarias, pérdida de la independencia funcional y reducción en su calidad de vida (Araya et al., 2018).

Son numerosos los autores que proponen el ejercicio físico como estrategia para mejorar la capacidad funcional y, por consecuencia, reducir el número de caídas en la población adulta mayor. Sin embargo, las diversas recomendaciones en torno a sus intensidades y frecuencias han generado discusión en relación a sus resultados. Una de las modalidades de ejercicio físico que ha sido implementado en el adulto mayor de la comunidad y que ha demostrado beneficios sobre el control propioceptivo, fuerza muscular y estabilidad postural, permitiendo mejorar la eficacia de sus movimientos y reduciendo la posibilidad de sufrir una caída, es el entrenamiento neuromuscular (ENM). Este se caracteriza por ser de carácter funcional e integral, utilizando solo el peso del cuerpo para su ejecución. Pese a estos beneficios, en aquellos adultos mayores que se encuentran institucionalizados, se ha indicado que la actividad física es básicamente recreacional, no hallando información acerca de la aplicación de dicho entrenamiento en este grupo de la población mayor (Ballesteros y Palazuelo, 2017).

La postura

Definida desde múltiples campos y perspectivas, la postura ha sido objeto de numerosos estudios dentro de las disciplinas más diversas, como biomecánica, teología, antropología, patología, etc. Desde cada una de ellas se ha intentado dar significado a la posición que el ser humano adoptó, hace varios millones de años, en herencia de sus antecesores, los homínidos. La postura bípeda aparece en la bibliografía relacionada con modelos de dignidad, elevación integral, señal de orgullo, superioridad, etc. En

cualquier caso, somos conscientes que la postura bípeda característica del hombre, al igual que el lenguaje, la prensión y el pensamiento, permitió en su momento desarrollar tanto las capacidades manipulativas como las intelectuales que actualmente identifican al ser humano. Desde el punto de vista neurofisiológico se sabe que, cuando el ser humano se mueve, acontecen en él una serie de complejos procesos que controlan la postura. Dicho control postural sólo parece obvio en las caídas o en aquellas enfermedades que privan del mismo. Por lo que la finalidad del control postural es orientar las distintas partes del cuerpo sin pérdida de equilibrio, tanto en su relación entre sí, como con la relación con el mundo externo, y mientras el cuerpo permanece estático o en movimiento.

El sistema postural se enfrenta a tres retos principales:

- El mantenimiento de una posición constante (equilibrio) en presencia de la gravedad.
- El origen de respuestas que anticipen los movimientos voluntarios en la dirección deseada.
- La adaptación persistente.

Definición de postura

El concepto de postura, también llamada actitud, es puramente descriptivo y podría definirse como la posición relativa de las diferentes partes del cuerpo con respecto a sí mismas (el sistema coordinado egocéntrico), al ambiente (el sistema coordinado exocéntrico) o al campo gravitatorio (el sistema coordinado geocéntrico). La orientación de una parte del cuerpo puede describirse en relación con cada uno de estos marcos de referencia, según cual sea el contexto funcional. Por ejemplo, el conocimiento de la posición de la cabeza con respecto al medio ambiente es importante para estabilizar la visión, mientras que el de su posición con respecto al resto del cuerpo es importante para mantener la postura erecta. Ahora bien, la postura puede caracterizarse según dos propiedades: la orientación y la estabilización. La orientación postural se define como la habilidad para mantener una relación apropiada entre los segmentos del cuerpo y entre el cuerpo y el entorno, así como para mantener una actividad determinada, para lo cual se utilizan las múltiples referencias sensoriales de las que se dispone (la gravedad, la superficie de soporte y la relación del cuerpo con los objetos del entorno). Por otro lado, la estabilidad postural se define como la habilidad para mantener la posición del cuerpo, y, específicamente, el centro de masa corporal, dentro de unos límites de seguridad. La postura del cuerpo humano exige, en todo momento, una

adecuada distribución del tono muscular, hecho que precisa de una síntesis compleja de múltiples informaciones sensoriales (propioceptivas, exteroceptivas plantares, vestibulares o laberínticas y visuales), las cuales no solo están en función del entorno, sino de los movimientos voluntarios o automáticos llevados a cabo (Araya et al., 2017).

Control postural - equilibrio postural

La regulación de la postura con respecto a la gravedad es importante para mantener el equilibrio postural, que puede definirse como aquel estado en el que todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo están equilibradas, de tal forma que el cuerpo mantiene la posición deseada (equilibrio estático) o es capaz de avanzar según un movimiento deseado sin perder el equilibrio (equilibrio dinámico). Es decir, cuando la suma de las fuerzas ejercidas y de sus momentos es cero. La forma en que el sistema nervioso regula al aparato locomotor para asegurar el control postural de la bipedestación, exige la producción y coordinación de un conjunto de fuerzas que permiten controlar la posición del cuerpo en el espacio y que son: la alineación del cuerpo, el tono muscular y el tono postural.

El tono muscular es la fuerza con que el músculo se resiste al estiramiento y es necesario para evitar el colapso en respuesta a la tensión producida por la gravedad. El tono postural, por su parte, es la actividad tónica que tienen los llamados músculos gravitatorios (tríceps sural, tibial anterior, glúteo medio, tensor de la fascia lata, psoas iliaco, paravertebrales), con el objetivo de mantener el cuerpo en una posición vertical durante la bipedestación. Para el mantenimiento del equilibrio es necesario que la proyección al suelo del centro de gravedad se mantenga en el interior de la superficie de apoyo (base de sustentación), que en el caso de la postura bípeda es el polígono en el que se incluyen los pies. Para reducir al mínimo el efecto de la gravedad y el gasto energético, en el equilibrio en bipedestación el cuerpo se mantiene alineado de tal manera, que la línea vertical de la gravedad, en un plano sagital, pasa por el centro de la zona mastoidea y un poco por delante de las articulaciones del hombro, la cadera, la rodilla y el tobillo (Kistler et al., 2018).

Las estrategias posturales utilizadas para conseguir una posición estable frente a la gravedad dependen de la especie. Los elefantes, por ejemplo, bloquean mecánicamente sus patas alineadas, y otros, como el perro o el gato, mantienen flexionadas sus patas mediante la tensión de la musculatura. El ser humano utiliza ambas estrategias, de tal manera que bloquea las rodillas en extensión para mantener el equilibrio estático y flexiona las extremidades inferiores como preparación para un movimiento intencionado, exactamente igual que en el inicio de la carrera. Así, cada especie presenta

una postura determinada que viene establecida genéticamente, y cuyo mantenimiento y adaptación al entorno se fundamentan en la existencia del tono postural y de una cadena de reflejos que nacen en receptores localizados en los diferentes segmentos corporales. Ahora bien, el control postural, cuyo objetivo final es mantener el equilibrio ortostático para permitir la utilización libre de las extremidades superiores y de la atención, dispone de distintas tácticas para mantener la estabilidad, las cuales están en función del tipo de aferencias disponibles, de las condiciones externas o ambientales, y de la edad de los sujetos.

Para mantener el equilibrio durante los distintos movimientos del tronco o de las extremidades, es necesario que el movimiento voluntario vaya precedido de un movimiento contrario y anticipado, que traslade la proyección al suelo del centro de gravedad dentro de la nueva base de sustentación que pretende utilizar. Por ejemplo, cuando se pasa de un apoyo con ambos pies al apoyo único con un solo pie, se produce una considerable reducción de la base de sustentación, de tal manera que el lugar donde se proyecta el centro de gravedad durante el apoyo bipodal queda fuera de la nueva base de sustentación, por lo que es necesario un conjunto de respuestas interactivas que aseguren el traslado del centro de gravedad de una base de sustentación a otra. La orden central para un movimiento voluntario de una parte del cuerpo se asocia con una orden simultánea de acción anticipadora que prevé la perturbación postural esperada. Aunque los elementos básicos del control postural son innatos, es posible modificarlos de manera considerable mediante el aprendizaje, si bien, los ajustes ante las alteraciones no esperadas dependen de la retroacción. Algunos de estos ajustes pueden ser relativamente rápidos y sencillos, como el reflejo miotático, pero, por lo general, son el producto de complejas reacciones motoras que se aprenden y se liberan como un todo. La magnitud y el tiempo de esos ajustes están relacionados con el contexto y con el movimiento realizado (Méndez-Giménez et al., 2017).

La organización central del control del equilibrio se basa en cuatro elementos:

- Valor de referencia estabilizado: aquel lugar de proyección al suelo del centro de gravedad en condiciones estáticas.
- Señales detectoras de error: aquella información aferente proveniente del sistema laberíntico, visual, propioceptivo y cutáneo, respecto de los desequilibrios.
- Esquema corporal postural: aquel que informa sobre la orientación del cuerpo con respecto a la vertical gravitaria (receptores vestibulares, graviceptores somáticos), sobre la posición de los segmentos corporales unos respecto a otros (aferencias Ia de los husos musculares) y sobre sus propiedades dinámicas (sobre todo de las condiciones de apoyo).

- Reacciones posturales: aquellas que mantienen la posición de referencia y que se organizan a partir de los mensajes de error mediante dos tipos de bucles: uno continuo ante los cambios lentos de posición, y otro discontinuo y fásico, que asegura una rápida corrección (Fernández, et al., 2018).

Las sinergias musculares, entendidas como el conjunto de músculos que se contraen como una única unidad para llevar a cabo una acción o función, que se observan cuando se producen reacciones posturales podrían tener tres orígenes:

- Las sinergias fijas estarían organizadas mediante redes nerviosas genéticamente determinadas.
- Las sinergias flexibles estarían organizadas mediante redes nerviosas construidas a través del aprendizaje.
- Las sinergias “computacionales” resultarían de la operación de redes que calcularían en cada instante el estado del sistema interno y el del mundo exterior.

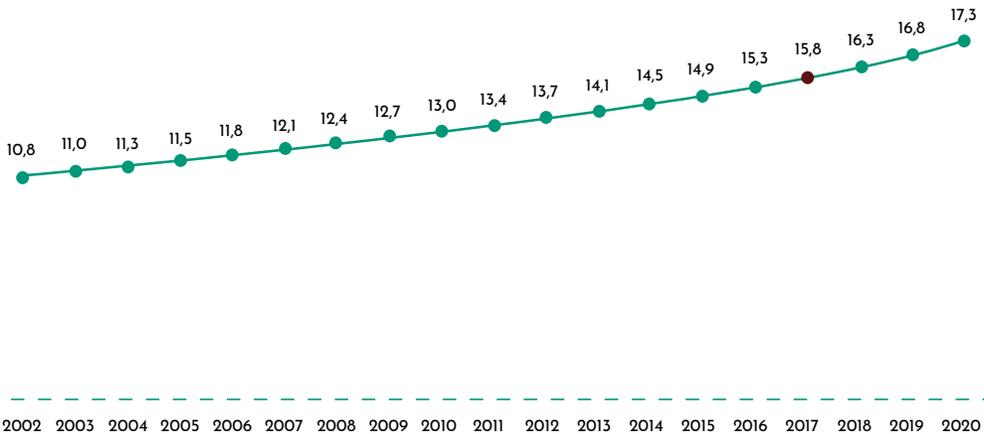
Es por ello que se dice que el control postural es adaptativo, ya que precisa de un control por parte del cerebelo, lo que ha sido demostrado en aquellos estudios en que los que pacientes con lesiones cerebelosas eran incapaces de realizar cambios adaptativos. Dicho control postural adaptativo se aprende durante la locomoción, de tal manera que cuando alguno de los componentes posturales se expone a un estímulo adaptativo, estos componentes integran un determinado esquema postural (Casahuate-Orellana, et al., 2019).

Envejecimiento en Chile

Hoy en día podemos ver una serie de elementos que han ido cambiando el escenario actual de los adultos mayores versus los niños y jóvenes, mientras años atrás, la tónica era que mientras más niños, menos adultos mayores había. Sin embargo, una serie de eventos y fenómenos sociales han ido cambiando este escenario, como la ciencia y la tecnología, las políticas de salud y el desarrollo, lo que ha tenido como efectos una mejora en las expectativas de vida de las personas en Chile y el mundo, como también la consolidación de hábitos y costumbres de las familias que contribuyen a la longevidad. Por ejemplo, existen tasas de natalidad que han ido bajando a lo largo de los últimos años, ya sea por temas económicos o bien por el retraso del inicio de la edad de la maternidad en las mujeres, como también por distintas perspectivas de las parejas. En el Gráfico 1 podemos observar el aumento a nivel nacional del porcentaje

de personas sobre los 60 años en el país, según el último Censo realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE, 2017). En el año 2002 se registraba un 10,8% de personas sobre los 60 años y para el año 2017 se incrementó en 5 puntos, alcanzando un 15,8%, con una proyección de que, para el año 2020, se llegaría a un 17,3% de la población (Castellanos Maturell, et al., 2018).

Gráfico 1.
Personas sobre 60 años, según años



Fuente: INE-2017.

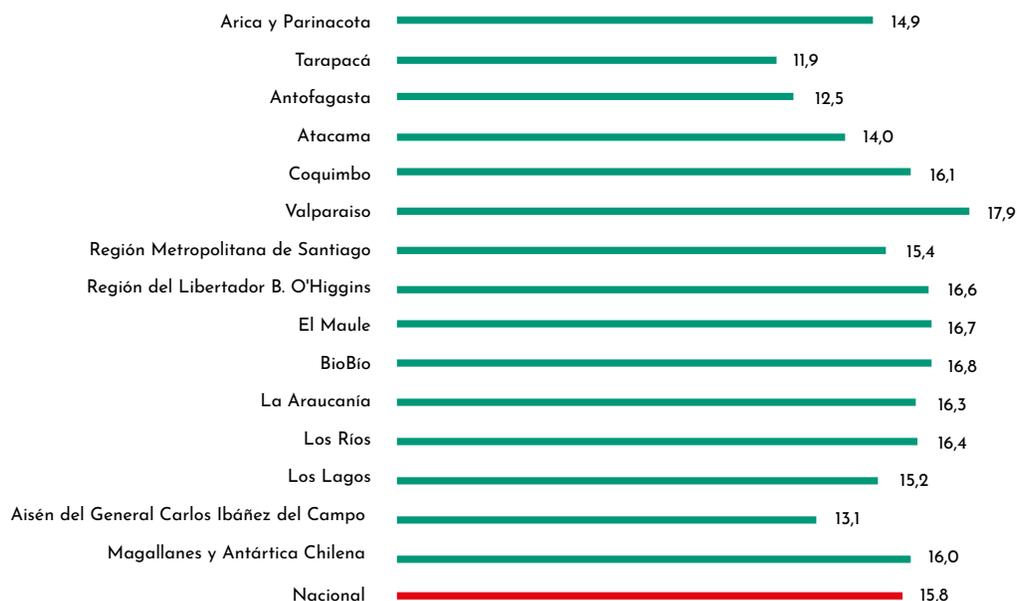
Frente a los datos que nos muestra el gráfico anterior, queda de manifiesto la gran alza que representan los porcentajes nacionales de personas sobre los 60 años en nuestro país, subiendo un aproximado de 6,4 puntos desde el año 2002 al 2020. También es posible ver cómo este fenómeno cobra más fuerza en los últimos años, puesto que desde 2016 en adelante se ve un alza sostenida de 0,5 puntos por año, muy por sobre los 0,2 o 0,3 que se registraron desde los años 2002 al 2010. Así, este es un fenómeno en franco ascenso y debiese ser uno de los temas primordiales para el gobierno en la elaboración de políticas públicas.

En particular, como se aprecia en el Gráfico 2, la Región del Maule se ha convertido en la tercera región a nivel nacional con mayor porcentaje de personas sobre 60 años.

Gráfico 2

Porcentaje de personas mayores de 60 años por región

Personas mayores de 60 años (%)



Nota. Evolución de indicadores demográficos 2002-2020.

Fuente: INE-2017

Desafíos asociados al envejecimiento en el adulto mayor institucionalizado

Si bien es un logro humano muy importante, el progresivo incremento del número de personas mayores se ha convertido, paradójicamente, en un gran reto social debido a las grandes necesidades que estos generan desde el punto de vista económico, biomédico y social. Los AM son los mayores consumidores de medicamentos y servicios de salud, y representan un considerable aumento de los gastos en la asistencia social, a la vez que influyen sobre la estructura y dinámica familiar. Aunque muchas personas mayores mantienen un aceptable nivel de salud, con el envejecimiento se va produciendo una pérdida progresiva de la capacidad de adaptación del organismo a situaciones adversas, debido a la disminución de la reserva funcional de los distintos órganos y sistemas. Como consecuencia de ello, la persona será mucho más sensible a circunstancias (enfermedad, estrés de diverso tipo, etc.) que le exijan un sobreesfuerzo, lo que aumentará la posibilidad de pérdida de función, discapacidad y dependencia.

La respuesta a este progresivo deterioro, tanto físico como cognitivo, ha descansado de manera tradicional en las familias. Sin embargo, estas tienen cada vez más dificultades para abordarlo, especialmente cuando se trata de aquellos adultos mayores que precisan asistencia permanente y especializada. Esta falta de recursos ha llevado a dichas familias a recurrir de forma creciente al ingreso de sus adultos mayores a centros institucionalizados. Sin embargo, tal y como señala la Organización Mundial de la Salud (OMS), la atención que se presta en muchas de estas instituciones no parece que esté dirigida a satisfacer de manera integral sus necesidades, ya que suele estar más orientada a mantener a la persona con vida, que en procurar que conserve su capacidad funcional intrínseca. En virtud de ello, muchas veces estos residentes son vistos como receptores pasivos de la atención, y los servicios se desarrollan en torno a las prioridades de los prestadores de servicios, y no a lo que necesita y prefiere la persona mayor. La atención se centra más en proporcionar cuidados básicos, como el baño o el vestido, en detrimento de objetivos más amplios, como serían el garantizar su bienestar y prolongar su independencia funcional (Castañeda et al., 2019).

Dentro de este marco general, y dadas las limitadas capacidades de muchos residentes para controlar de forma independiente su propia seguridad, no es inusual que el personal sanitario recurra a prácticas limitadoras de la movilidad, como la aplicación de restricciones físicas para controlar situaciones problemáticas. No obstante, estas intervenciones pueden comprometer aún más la autonomía, dignidad y seguridad de los adultos mayores que allí residen. A ello también hay que añadir la amplia evidencia científica de que la inactividad física conduce a la reducción de las capacidades funcionales de los adultos mayores, aumentando la posibilidad de sufrir eventos adversos llamadas caídas y, con ello, comprometer aún más su calidad de vida. A pesar de ello, este procedimiento todavía sigue siendo considerado como una intervención necesaria para el control de los comportamientos perturbadores del adulto mayor residente (Pavón et al., 2018).

La caída

La OMS define las caídas como acontecimientos involuntarios que hacen perder el equilibrio y dar con el cuerpo en tierra u otra superficie firme que lo detenga. Las lesiones relacionadas con las caídas pueden ser mortales, aunque la mayoría de ellas no lo son. La edad es uno de los principales factores de riesgo de las caídas. Los adultos mayores son quienes corren mayor riesgo de muerte o lesión grave por caídas, y el riesgo aumenta con la edad. La magnitud del riesgo puede deberse, al menos en parte, a los trastornos físicos, sensoriales y cognitivos relacionados con el envejecimiento,

así como a la falta de adaptación del entorno a las necesidades de la población de edad avanzada (Velis et al., 2018).

Factores de riesgo de la caída

La etiología de las caídas es bastante compleja, ya que la mayor parte de ellas están motivadas por la asociación de numerosos factores. Estos se han dividido, según el tipo de factor de riesgo, en factores intrínsecos (trastornos del equilibrio y de la marcha, debilidad por enfermedades crónicas discapacitantes más frecuentes en adultos mayores institucionalizados) y factores extrínsecos o del entorno (más frecuentes en la comunidad). En el caso del adulto mayor institucionalizado los factores más importantes son la polifarmacia, debilidad muscular, deterioro funcional y cognitivo e incontinencia urinaria. La incontinencia urinaria (IU) se asocia con incapacidad funcional moderada y severa, y con las caídas con una probabilidad (OR) entre 1,3 y 2,56. La urgencia miccional y la nicturia son factores que pueden explicar la asociación entre incontinencia urinaria y caídas.

El deterioro o función cognitiva reducida se vincula de forma no lineal con las caídas, siendo los residentes con deterioro cognitivo moderado quienes tienen mayor riesgo de volver a caer con respecto a los que tienen un deterioro normal o leve. A partir de este grado de deterioro, el riesgo de nuevas caídas disminuye según empeora la función cognitiva, llegando a dejar de ser significativo en residentes con deterioro cognitivo severo. En cuanto al deterioro de la movilidad física, se han encontrado asociaciones positivas de las caídas con actividad y funciones físicas reducidas, sobre todo relacionadas con pérdida de equilibrio y durante la marcha (Artuñedo et al., 2018). También se han relacionado con las caídas el deterioro de la transferencia o habilidad para la traslación (OR: 2,4) y el déficit de autocuidado, como puede ser el vestirse (OR: 2,3). Estos dos problemas suponen un mayor riesgo de caídas cuando la persona necesita supervisión o asistencia, dejando de repercutir sobre las caídas en personas independientes o totalmente dependientes para estas tareas. Otras patologías que influyen en la aparición de caídas, identificadas como factores de riesgo, son la diabetes mellitus, secuelas físicas de accidente cerebro vascular, hipotensión ortostática, enfermedad neuropsiquiátrica, problemas de visión y la pluripatología. Se han encontrado asociaciones significativas de caídas con la discapacidad básica, síntomas depresivos y el miedo a caer. Finalmente, la polifarmacia (consumo de múltiples fármacos) y psicofarmacia (consumo de fármacos psicoactivos) guardan una importante relación con las caídas. El consumo de tres o más fármacos supone una probabilidad cinco veces mayor (OR: 5,3) de caer que un consumo inferior (Gallego et al., 2018).

Factores de riesgo no modificables

La edad avanzada es uno de los principales factores de riesgo de caídas. En algunos estudios de la comunidad, las mujeres se destacan con mayor riesgo de caídas. Sin embargo, esto no suele aparecer en centros institucionalizados, donde no hay diferencias significativas en el riesgo de caídas entre hombres y mujeres. De los mayores que se caen, la mitad tienen caídas recurrentes y el 50% se vuelve a caer en el mismo año, de manera que se considera a la caída un factor de riesgo para sufrir nuevamente este evento. Se estima que la probabilidad aumenta entre 2,17 y 5,3 veces durante el año siguiente a la primera caída (Coello Castillo y Rouzaud Sandoval, 2018).

Impacto de las caídas en el envejecimiento del adulto mayor

La importancia de las caídas como problema del envejecimiento se resume en los siguientes aspectos:

- 1. Elevada incidencia:** Más de un tercio de los mayores de 65 años que viven en comunidad sufren una o más caídas al año y esta incidencia es mayor en los ancianos que viven en residencias o instituciones y en los que presentan algún tipo de patología crónica o daño cerebral.
- 2. Elevada morbilidad:** Entre un tercio y un medio de las caídas que se producen en personas mayores producen lesiones, entre el 10-15% están asociadas a lesiones serias, entre el 2% y el 6% están asociadas a fracturas, aproximadamente el 1% están asociadas a fracturas de cadera, el 80% de estas se registran en mujeres y el riesgo se incrementa exponencialmente con la edad. La causa más frecuente de fractura en los ancianos son las caídas y las fracturas más comunes son las vertebrales, las de cadera, antebrazo, fémur, pelvis, brazo y mano.
- 3. Elevada discapacidad:** Pocas personas que sufren una fractura de cadera vuelven a vivir normalmente debido al alto grado de discapacidad y de reducción en la calidad de vida que suele conllevar. Muchas de las lesiones producidas por las caídas que requieren hospitalización desarrollan delirio, lo que incrementa la necesidad de pasar a un cuidado institucional. Aproximadamente el 52% de las caídas que se registran en los mayores de 75 años tienen repercusiones importantes para la realización de las actividades de la vida diaria (AVD).
- 4. Elevados costos económicos:** Las caídas son la causa más común de admisión en traumatología, un elevado porcentaje requiere hospitalización y esta posibilidad aumenta con la edad. Las lesiones que más frecuentemente requieren hospitalización

son las fracturas de fémur, pierna, brazo y antebrazo, así como las vertebrales. Las personas mayores de 75 años presentan mayor riesgo de necesitar recuperaciones y cuidados de más de un año. En las próximas décadas, el actual envejecimiento de la población junto con el aumento en la esperanza de vida elevará los gastos sociosanitarios producidos por las caídas y sus consecuencias. De hecho, existen algunos estudios que han demostrado que la reducción en el número de las caídas disminuye el coste en la sanidad de la población anciana (Corrales, 2007).

Modificación de factores de riesgo de la caída

Las formas de modificar o actuar sobre los factores de riesgos quedan resumidas en las siguientes acciones:

- 1.** Aumentar la fuerza muscular, el equilibrio y la velocidad de reacción a través de la actividad física regular. El hecho de que las personas mayores activas realicen las pruebas de función sensomotora y de equilibrio mejor que los físicamente no activos sugiere que el ejercicio puede constituir una importante manera de intervención para prevenir las caídas en personas mayores.
- 2.** Supervisar la medicación con el fin de reducir el número de medicamentos, especialmente los psicotrópicos tales como: antidepresivos, hipnóticos y narcóticos, y ansiolíticos.
- 3.** Utilización de almohadillados protectores. Su uso, en algunas localizaciones como las caderas, disminuyen el impacto durante la caída, reduciendo de este modo el riesgo de fractura. Investigaciones han demostrado una reducción de hasta un 80% de las fracturas de cadera cuando los protectores se llevan colocados correctamente, si bien resultan ineficaces cuando están deteriorados o mal colocados (Flores y Lizzett, 2018).

Actividad física como estrategia para la prevención de las caídas

La actividad física es uno de los aspectos fundamentales en la formación y el desarrollo de los organismos. A partir de las diversas etapas de este proceso, si no se cuenta con un espacio de actividad significativa que permita el desarrollo de la motricidad, el cuerpo humano, como organismo, pierde la fluidez de sus capacidades.

El proceso de envejecimiento es inminente en el ser humano y está ligado al estilo de vida que se haya llevado en los años anteriores. La disminución de la fuerza y de la flexibilidad, la reducción de la longitud del paso de la marcha y una motricidad

desequilibrada marcan el estrecho paso de la adultez a la adultez mayor. Acciones sistemáticas a lo largo de la vida predeterminarán la clase de adulto mayor que se quiere ser. Algunas de ellas beneficiarán la salud física y mental, como la actividad física regular, la buena alimentación y la estabilidad emocional, entre otras. Estas forjarán un preciado y digno futuro en la etapa de adulto mayor pero, acciones orientadas a la destrucción y el deterioro del cuerpo humano también forjarán un inevitable envejecimiento prematuro y menos digno: el consumo de tabaco, la mala alimentación y, sobre todo, el sedentarismo son las causas fundamentales de un mal envejecer. Dado estos posibles escenarios, en 2002 la OMS incorporó el concepto de envejecimiento activo, el cual lo definió como “el proceso de optimizar las oportunidades de salud, participación y seguridad en orden a mejorar la calidad de vida de las personas que envejecen” (Eckstrom et al., 2020). Considerando dicha definición, los adultos mayores serán, más que cualquier otra población, el grupo etario con mayor necesidad de incorporar la actividad física a su estilo de vida como una medida preventiva para mantener sus niveles de autonomía y funcionalidad motriz durante más tiempo y, con ello, conducir este proceso de manera más saludable (Cabezas et al., 2019).

Actividad física en el adulto mayor institucionalizado

Los centros de residencia del adulto mayor se constituyen en una respuesta a los problemas que giran en torno a las personas de edad avanzada que viven solas, no tienen soporte familiar, o que de una u otra forma deciden deliberadamente irse a vivir en un lugar con esas características. En cualquier caso, cuando el ingreso a una institución geriátrica se efectúa, la institucionalización se identifica como uno de los factores que actúa en la disminución de autonomía de la persona mayor, viéndose obligado a adaptarse a un entorno que no domina, se deterioran sus relaciones personales y se olvida la competencia y la historia personal. Las personas mayores institucionalizadas sufren lo que se conoce como “pérdidas asociadas a su envejecimiento” y la capacidad funcional traducida en actividades de la vida diaria (AVD) y actividades instrumentales de la vida diaria (AIVD), explicadas en términos de dependencia y autonomía, las cuales están relacionadas significativamente con el deterioro generado por la institucionalización. Desde esta perspectiva, se hace necesario garantizar a las personas mayores su mantenimiento al ingreso a un hogar geriátrico y, como respuesta de la salud pública a las necesidades de esta creciente población, se precisa que se aumente la efectividad en todas las formas de cuidado e intervención en torno a su salud.

Como ha sido mencionado en párrafos anteriores, la actividad física ha demostrado amplios beneficios sobre la salud y calidad de vida del AM. Sin embargo, la evidencia

de su implementación regular en centros de larga estadía aún sigue siendo escasa. Por ejemplo, se ha establecido que el AM residente se encuentra el 56,9% del día sentado y 17,4% acostado, mientras que sólo camina el 18,3%, demostrando con ello la tendencia a un envejecimiento pasivo y no activo, como ha sido promovido por la OMS desde el año 2002. No obstante, la evidencia disponible ha reportado beneficios positivos sobre su condición física para la prevención de la caída, ya sea participando de manera grupal o individual. La implementación de programas de ejercicios de índole recreativo ha evidenciado efectos beneficiosos en la autoestima del residente. Estos programas se caracterizan por utilizar juegos, los que son elegidos según los gustos y preferencias del sujeto, involucrando áreas tales como motricidad, equilibrio, control postural, coordinación óculo-pie, equilibrio dinámico, memoria, concentración y fuerza de extremidad superior. Otros programas han consistido en ejercicios físicos sin el uso de elementos externos para el trabajo de la fuerza muscular, equilibrio y marcha, demostrando mejorías en el desempeño físico del participante. Estudios similares en el adulto mayor de la comunidad han implementado ejercicios utilizando la resistencia del propio peso del cuerpo o chaleco con peso, logrando también mejorar su desempeño (Moreno García et al., 2019).

Entrenamiento neuromuscular (ENM) como modalidad de actividad física en la prevención de la caída

Son numerosos los estudios que han demostrado que la participación del adulto mayor de la comunidad en programas de actividad física de manera regular produce numerosos beneficios sobre su condición física y calidad de vida. Independientemente de los beneficios demostrados, la gran mayoría de dichos trabajos se caracterizan por la aplicación de programas de ejercicios que requieren de amplios espacios físicos o de recursos materiales que muchas veces dificultan su implementación en centros institucionalizados. Atendiendo a dicha limitación, existe una modalidad de entrenamiento, ampliamente utilizada en el área de rehabilitación deportiva y en la población adulta mayor de la comunidad, denominada entrenamiento neuromuscular (ENM) (Martínez, 2019). Este actúa sobre el complejo sensoriomotor, incorporando todos los receptores y vías aferentes, procesos de integración y de procesamiento central, y respuestas eferentes asociadas al control postural, con el objetivo de mantener la estabilidad durante un movimiento (Sazo-Rodríguez et al., 2017). Para ello no requiere de grandes espacios de trabajo, así como tampoco de elementos externos, utilizando solo el peso del cuerpo. La evidencia actual indica que la propiocepción, fuerza muscular, coordinación y equilibrio son las habilidades motoras que mejoran con este tipo de entrenamiento. Para ello será necesario el diseño e implementación

de programas de ejercicios que estimulen estas capacidades motoras de manera integral (Blasco-Lafarga et al., 2019).

Conclusión

Los adultos mayores constituyen un grupo de la población relevante para el diseño de políticas públicas, en particular aquellas que persiguen el alcance de una sociedad más democrática donde todos los sectores tengan un grado satisfactorio de participación y gestión en su desarrollo. Con este objetivo, se implementan políticas sanitarias tendientes a lograr la incorporación de este sector a la vida social, rescatando los aportes y minimizando los factores de riesgo y vulnerabilidad de este grupo etario. En particular, los adultos mayores institucionalizados presentan particularidades y características que los constituyen como conjunto específico, precisamente por convivir en grupo dentro de instituciones ideadas para su contención y cuidados. De acuerdo con la OMS, la “seguridad del paciente” se define como la ausencia de un daño innecesario real o potencial (lo que se conoce como incidente) asociado a la atención sanitaria (Jehu et al., 2021). Se trata del conjunto de elementos estructurales, procesos, instrumentos y metodologías basadas en evidencias científicamente probadas que propenden por minimizar el riesgo de sufrir un evento adverso en el proceso de atención de salud o de mitigar sus consecuencias. Asimismo, se puede definir evento adverso (EA) como un daño causado como consecuencia de problemas en la práctica, productos, procedimientos o sistemas, más que por la condición médica o enfermedad subyacente del paciente. Es un hecho desafortunado y generalmente inesperado, asociado con la asistencia o servicio provisto en el ámbito de un centro sanitario.

En Chile, los adultos mayores institucionalizados son personas de edad promedio de 78 años, con dependencia moderada y severa, alta vulnerabilidad social y sin redes de apoyo efectivo. Además, entre los años 2012 y 2017, el 30% de ellos fallecieron por complicaciones respiratorias ocasionadas por la inmovilidad secundaria a una caída.

En virtud de esta realidad de salud pública, es posible predecir los altos costos que deberán incurrir las instituciones de gobierno, los propios centros de residencia y el grupo familiar para responder a las demandas asistenciales que conlleva cuando el adulto mayor residente sufra una caída. De esta forma, se hace necesario ampliar las estrategias de intervención que aborden este problema y logren, de manera eficaz, conservar sus capacidades funcionales por más tiempo. Una de ellas es el entrenamiento neuromuscular. Este es una estrategia de ejercicio que no tiene mayor repercusión de sobrecargas en los sistemas osteoarticulares, dado que solo utiliza el peso del cuerpo, es realizado en grupo o de manera individual, es de fácil ejecución y de bajo costo

de implementación. Su práctica frecuente, habitualmente tres veces a la semana, ha demostrado beneficios sobre la capacidad funcional del sujeto para generar estrategias motoras capaces de reducir la posibilidad de sufrir una caída. Sin embargo, aún no forma parte de las indicaciones de ejercicio del Ministerio de Salud para ser implementado en adulto mayores institucionalizados. Considerando la información científica actual es posible avalar que su implementación en este grupo etario se justifica dado que se incorporaría una estrategia preventiva en el abordaje de la caída, disminuyendo con ello los costos físicos, económicos, psicológicos y sociales que conlleva este evento en dicho grupo de la población mayor.

Bibliografía

- Ang, G. C., Low, S. L., y How, C. H. (2020). Approach to falls among the elderly in the community. *Singapore Med J*, 61(3), 116-121. doi:10.11622/smedj.2020029
- Araújo, A. H. N., Patrício, A., Ferreira, M. A. M., Rodrigues, B. F. L., Santos, T. D. D., Rodrigues, T. D. B., y Silva, R. (2017). Falls in institutionalized older adults: risks, consequences and antecedents. *Rev Bras Enferm*, 70(4), 719-725. doi:10.1590/0034-7167-2017-0107
- Araújo, P. O., Freitas, M., Carvalho, E. S. S., Peixoto, T. M., Servo, M. L. S., Santana, L. D. S., . . . Moura, J. C. V. (2021). Institutionalized elderly: vulnerabilities and strategies to cope with Covid-19 in Brazil. *Invest Educ Enferm*, 39(1). doi:10.17533/udea.iee.v39n1e07
- Arsac, L. M. (2021). Multifractal Dynamics in Executive Control When Adapting to Concurrent Motor Tasks. *Front Physiol*, 12, 662076. doi:10.3389/fphys.2021.662076
- Carrasco-González, E., Zapardiel-Sánchez, E., y Lerma-Lara, S. (2021). [Motor learning while performing a motor task measured by magnetic resonance imaging: a systematic review]. *Rev Neurol*, 73(1), 17-25. doi:10.33588/rn.7301.2020657
- Cigarroa, I., Ledezma-Dames, A., Sepúlveda-Martin, S., Zapata-Lamana, R., Leiva-Ordoñez, A. M., Concha-Cisternas, Y., y Reyes-Molina, D. J. M. (2021). Efectos de un programa de ejercicio multicomponente en personas mayores que viven en comunidad. *Medisur*, 19(4), 590-598.
- Da Silva, E., Sepúlveda-Loyola, W., da Silva, J. M., dos Santos, G. C., y Pereira, C. J. F. (2020). Comparación entre simple y doble tarea, capacidad cognitiva y equilibrio postural en adultos mayores que participan de 3 modalidades de ejercicio físico. *Fisioterapia*, 42(1), 33-38.
- De Lima, K. P., da Silva, C. N., de Seixas, N. F., de Santana Maneschy, M., Lima, B. N., Junior, G. V., . . . da Silva Almeida, K. J. R. C. d. I. S. E. d. E. N. (2021). Efecto del entrenamiento resistido sobre el equilibrio y control postural en personas con párkinson: una revisión sistemática. *Revista Científica de la Sociedad Española de Enfermería Neurológica*, 2(4), 32-38.
- De Mello, M. C., de Sá Ferreira, A., y Ramiro Felicio, L. (2017). Postural Control During Different Unipodal Positions in Professional Ballet Dancers. *J Dance Med Sci*, 21(4), 151-155. doi:10.12678/1089-313x.21.4.151
- De Oliveira Neto, L., de Oliveira, L. P., Agrícola, P. M. D., de Oliveira Tavares, V. D., Gomes, I. C., Sales, M. C., y Lima, K. C. (2021). Factors associated with sarcopenia in institutionalized elderly. *J Public Health (Oxf)*, 43(4), 806-813. doi:10.1093/pubmed/fdaa122
- Del Din, S., Galna, B., Lord, S., Nieuwboer, A., Bekkers, E. M. J., Pelosin, E., . . . Rochester, L. (2020). Falls Risk in Relation to Activity Exposure in High-Risk Older Adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 75(6), 1198-1205. doi:10.1093/gerona/glaa007

- Dhawale, A. K., Wolff, S. B., Ko, R., y Ölveczky, B. P. J. N. n. (2021). The basal ganglia control the detailed kinematics of learned motor skills. *Nature neuroscience*, 24(9), 1256-1269.
- Dykes, P. C., Burns, Z., Adelman, J., Benneyan, J., Bogaisky, M., Carter, E., . . . Bates, D. W. (2020). Evaluation of a Patient-Centered Fall-Prevention Tool Kit to Reduce Falls and Injuries: A Nonrandomized Controlled Trial. *JAMA Netw Open*, 3(11), e2025889. doi:10.1001/jama-networkopen.2020.25889
- Eckstrom, E., Neukam, S., Kalin, L., y Wright, J. (2020). Physical Activity and Healthy Aging. *Clin Geriatr Med*, 36(4), 671-683. doi:10.1016/j.cger.2020.06.009
- Escobar, C. D., Neira, M. C., Nuñez, M. P., y Narváez, V. D. J. R. C. d. M. G. I. (2021). Concordancia entre pruebas de estabilidad unipodal estática para riesgo de caída en adultos mayores chilenos. *Revista Cuba de Medicina General e Integral*, 37(4).
- Forbes, C. C., Swan, F., Greenley, S. L., Lind, M., y Johnson, M. J. (2020). Physical activity and nutrition interventions for older adults with cancer: a systematic review. *J Cancer Surviv*, 14(5), 689-711. doi:10.1007/s11764-020-00883-x
- González-Ojea, M. J., Domínguez-Lloria, S., Portela-Pino, I., y Alvariñas-Villaverde, M. (2021). Physical and Cognitive Functioning of Institutionalized Elderly People in Rural Areas. Preventive Actions Using Physical Activity and Music Therapy. *Healthcare (Basel)*, 9(11). doi:10.3390/healthcare9111536
- Häggglund, P., Hägg, M., Levring Jäghagen, E., Larsson, B., y Wester, P. (2020). Oral neuromuscular training in patients with dysphagia after stroke: a prospective, randomized, open-label study with blinded evaluators. *BMC Neurol*, 20(1), 405. doi:10.1186/s12883-020-01980-1
- Henry, M., y Baudry, S. J. J. o. n. (2019). Age-related changes in leg proprioception: implications for postural control. *journals.physiology.org*, 122(2), 525-538.
- Jehu, D. A., Davis, J. C., Falck, R. S., Bennett, K. J., Tai, D., Souza, M. F., . . . Liu-Ambrose, T. (2021). Risk factors for recurrent falls in older adults: A systematic review with meta-analysis. *Maturitas*, 144, 23-28. doi:10.1016/j.maturitas.2020.10.021
- Liu, Y., Yang, Y., Liu, H., Wu, W., Wu, X., y Wang, T. (2020). A systematic review and meta-analysis of fall incidence and risk factors in elderly patients after total joint arthroplasty. *Medicine (Baltimore)*, 99(50), e23664. doi:10.1097/md.00000000000023664
- Márquez, M. M., Gory, A. H., Machín, A. P., y Díaz, M. F. J. R. C. d. M. F. y. R. (2018). Postura y equilibrio en el adulto mayor. Su interrelación con ciencia, tecnología y sociedad. *Revista Cubana de Medicina Física y Rehabilitación*, 10(1), 122-133.
- McDonnell, C. C., Rogers, K. C., Regen, S. M., y Finks, S. W. (2020). The Fall Risk with Alpha blockers Given Initial dose or Elderly status (FRAGILE) Study. *Ann Pharmacother*, 54(3), 226-231. doi:10.1177/1060028019880305
- Meier, N. F., y Lee, D. C. (2020). Physical activity and sarcopenia in older adults. *Aging Clin Exp Res*, 32(9), 1675-1687. doi:10.1007/s40520-019-01371-8
- Michalska, J., Kamieniarz, A., Brachman, A., Marszałek, W., Cholewa, J., Juras, G., y Słomka, K. J. (2020). Fall-related measures in elderly individuals and Parkinson's disease subjects. *PLoS One*, 15(8), e0236886. doi:10.1371/journal.pone.0236886
- Monteiro, Y. C. M., Vieira, M., Vitorino, P. V. O., Queiroz, S. J., Policena, G. M., y Souza, A. (2021). Trend of fall-related mortality among the elderly. *Rev Esc Enferm USP*, 55, e20200069. doi:10.1590/1980-220x-reeusp-2020-0069
- Morello, R. T., Soh, S. E., Behm, K., Egan, A., Ayton, D., Hill, K., . . . Barker, A. L. (2019). Multifactorial falls prevention programmes for older adults presenting to the emergency department with a fall: systematic review and meta-analysis. *Inj Prev*, 25(6), 557-564. doi:10.1136/injuryprev-2019-043214

- Munzert, J., Müller, J., Joch, M., y Reiser, M. (2019). Specificity of Postural Control: Comparing Expert and Intermediate Dancers. *J Mot Behav*, 51(3), 259-271. doi:10.1080/00222895.2018.1468310
- Olivares-Espinoza, B., y Morales-Retamal, C. J. R. L. d. C. S., Niñez y Juventud. (2022). Análisis crítico de las intervenciones de acogimiento residencial en Chile. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 20(2), 1-27.
- Özsongur, F. (2020). Gerontechnological factors affecting successful aging of elderly. *Aging Male*, 23(5), 520-532. doi:10.1080/13685538.2018.1539963
- Padrón-Monedero, A., Pastor-Barriuso, R., García López, F. J., Martínez Martín, P., y Damián, J. (2020). Falls and long-term survival among older adults residing in care homes. *PLoS One*, 15(5), e0231618. doi:10.1371/journal.pone.0231618
- Papalia, G. F., Papalia, R., Diaz Balzani, L. A., Torre, G., Zampogna, B., Vasta, S., . . . Denaro, V. (2020). The Effects of Physical Exercise on Balance and Prevention of Falls in Older People: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Med*, 9(8). doi:10.3390/jcm9082595
- Plaza-Manzano, G., Cancela-Cilleruelo, I., Fernández-de-Las-Peñas, C., Cleland, J. A., Arias-Burúa, J. L., Thoomes-de-Graaf, M., y Ortega-Santiago, R. (2020). Effects of Adding a Neurodynamic Mobilization to Motor Control Training in Patients With Lumbar Radiculopathy Due to Disc Herniation: A Randomized Clinical Trial. *Am J Phys Med Rehabil*, 99(2), 124-132. doi:10.1097/phm.0000000000001295
- Prasad, L., Fredrick, J., y Aruna, R. (2021). The relationship between physical performance and quality of life and the level of physical activity among the elderly. *J Educ Health Promot*, 10, 68. doi:10.4103/jehp.jehp_421_20
- Proietti, M., y Cesari, M. (2020). Frailty: What Is It? *Adv Exp Med Biol*, 1216, 1-7. doi:10.1007/978-3-030-33330-0_1
- Ruiz-Ariza, A., de la Torre-Cruz, M. J., Redecillas-Peiró, M. T., y Martínez-López, E. J. (2015). [Influence of active commuting on happiness, well-being, psychological distress and body shape in adolescents]. *Gac Sanit*, 29(6), 454-457. doi:10.1016/j.gaceta.2015.06.002
- Sharrief, A., y Grotta, J. C. (2019). Stroke in the elderly. *Handb Clin Neurol*, 167, 393-418. doi:10.1016/b978-0-12-804766-8.00021-2
- Siewert, J. S., Alvarez, A. M., Santos, S., Brito, F. A., y Hammerschmidt, K. S. A. (2020). Institutionalized elderly people with dementia: an integrative review on nursing care. *Rev Bras Enferm*, 73 Suppl 3, e20180419. doi:10.1590/0034-7167-2018-0419
- Turpin, N. A., Uriac, S., y Dalleau, G. (2021). How to improve the muscle synergy analysis methodology? *Eur J Appl Physiol*, 121(4), 1009-1025. doi:10.1007/s00421-021-04604-9
- Van Dieën, J. H., Reeves, N. P., Kawchuk, G., van Dillen, L. R., y Hodges, P. W. (2019). Motor Control Changes in Low Back Pain: Divergence in Presentations and Mechanisms. *J Orthop Sports Phys Ther*, 49(6), 370-379. doi:10.2519/jospt.2019.7917
- Videa, A. M. S., y Carrasco, C. A. M. J. R. d. I. e. I. e. S. (2021). Envejecimiento y control postural. *Revista Cubana de Medicina Física y Rehabilitación*, 16(40), 48-68.
- Zhang, S., Xiang, K., Li, S., y Pan, H. F. (2021). Physical activity and depression in older adults: the knowns and unknowns. *Psychiatry Res*, 297, 113738. doi:10.1016/j.psychres.2021.113738

Capítulo VI

La anteposición de cabeza-cuello y el riesgo de caídas

Dr. Sebastián Astorga V y Msc. Guillermo Campos S.

Facultad de Ciencias de la Salud, carrera de Kinesiología, Universidad Autónoma de Chile sede Talca.

Introducción

La postura corporal se define como un estado de alineación del cuerpo durante un periodo específico de tiempo. La postura ideal se describe como un estado de mantención del equilibrio del cuerpo usando la mínima actividad musculoesquelética sin causar dolor o malestar. La tendencia de los individuos a permanecer sentados durante largos periodos de tiempo, y el aumento del uso de computador o el uso de celular, puede llevar a cambios en la alineación de la columna vertebral, generando una postura incorrecta, y una de las más frecuentes es la postura de anteposición de cabeza y cuello (Kim et al., 2018). La cabeza constituye el 6% del peso corporal total, y está vinculado con la columna cervical y otras articulaciones a través de cadenas cinemáticas y cinéticas por medio de varios músculos. Se ha calculado que una posición incorrecta de la cabeza de cinco centímetros hacia delante en referencia al eje del cuerpo aumenta su peso en diez kilogramos. Esta alteración postural puede afectar al tejido miofascial, provocando dolores de cabeza o cuello (Szczygieł et al., 2019).

La anteposición de cabeza y cuello se define como una proyección hacia delante de la cabeza en relación con el tronco en el plano sagital. Los adultos mayores después de los 60 años manifiestan comúnmente esta alteración postural y puede ser medido mediante la observación del ángulo craneovertebral (Salahzadeh et al., 2014). Durante el envejecimiento, la postura corporal se ve afectada, sobre todo la postura vertical

(Fortner et al., 2018), desplazando el centro de gravedad hacia delante y alterando el control postural, lo que hace a los adultos mayores más susceptibles a sufrir caídas y lo que es pronóstico de un mayor aislamiento social, menor calidad de vida y mayor depresión. Son comunes las caídas en los adultos mayores, siendo la inestabilidad postural el principal factor de riesgo. Por este motivo, es fundamental el mantenimiento de la postura corporal y la estabilización dinámica de las cadenas cinemáticas y cinéticas (Pires-Oliveira et al., 2015).

Anteposición de cabeza y cuello

Para evaluar la postura de anteposición de cabeza y cuello, se utiliza el ángulo craneovertebral, que se forma entre la intersección de la línea horizontal que pasa por el proceso espinoso de C7 y la línea articular del punto medio del tragus auricular del conducto auditivo (Szczygiel et al., 2019). Según las investigaciones, existe asociación entre la evaluación observacional y la medición del ángulo craneovertebral para evaluar la anteposición de cabeza y cuello (Salahzadeh et al., 2014). La anteposición de cabeza y cuello se basa en el ángulo craneovertebral respecto al eje horizontal, clasificándose como normal el ángulo craneovertebral entre 50,1 y 56,8 grados, anteposición de cabeza y cuello leve entre 46,9 y 50 grados y anteposición de cabeza y cuello moderado-severo entre 40,7 a 46,8 grados (Mani et al., 2017). En los estudios, el ángulo de inclinación de la cabeza y el ángulo de posición de la cabeza resultaron ser menos específicos en detectar a los sujetos con anteposición de cabeza y cuello en comparación al ángulo craneovertebral (Salahzadeh et al., 2014).

La postura de anteposición de cabeza y cuello se puede medir a través de la cinemática mediante fotogrametría en el plano sagital. Primero se ubican los puntos anatómicos en tragus auricular, acromion derecho y la séptima vértebra cervical (C7), y luego se les pide a los participantes que se ubiquen en posición bípeda en un lugar designado a 23 centímetros de una pared. Se ubica una cámara con el trípode a una distancia de 265 cm de la pared y la altura se ajusta al nivel del hombro derecho. A continuación, se les solicita que inclinen hacia delante tres veces y luego permanezcan relajados y naturales y miren un punto imaginario (ojos en la horizontal). Luego se realizan fotografías consecutivas en el plano sagital del cuerpo después de cinco segundos, para después transferirlas a una computadora y archivar el ángulo de la línea del tragus auricular y C7. Finalmente, usando el software AutoCAD, se obtiene el promedio de los tres ángulos (Bahrekazemi et al., 2017).

Esta postura está asociada a un incremento en la cifosis torácica y a una posición del hombro rotado hacia anterior y se asocia con alteraciones cinemáticas y musculares

de la escapula. Produce como consecuencia hiperextensión de la columna cervical superior (C1-C3), generada por el acortamiento del trapecio superior, extensores cervicales (suboccipitales, semiespinal, esplenio, esternocleidomastoideo y elevador de la escapula) (Fathollahnejad et al., 2019). En ella se identifica una flexión de la columna cervical inferior (C4-C7), con un aumento en la curva general de la columna cervical, referida como una hiperlordosis. El control de la postura cervical y el patrón de movimiento es modificado y adaptado por respuestas motoras de input mecanoreceptivos desde articulaciones y músculos.

En la sociedad moderna, las actividades repetitivas y monótonas están aumentando debido al desarrollo de la industria de la tecnología. Por ende, la exposición a largo plazo a una postura inestable o anormal puede conducir a trastornos musculoesqueléticos tales como rigidez muscular o lesión traumática repetitiva, que pueden influir en aumento de la compresión articular de la vértebra cervical, extensión craneocervical, incremento en la actividad muscular del músculo temporal y el masetero, dando como resultado cambios en la posición y movimiento en la mandíbula en el proceso de masticación (Kim et al., 2019).

La postura de anteposición de cabeza y cuello ha generado un aumento en la actividad electromiográfica en el trapecio superior y una disminución en la actividad muscular del serrato anterior durante pruebas simuladas con individuos con postura de anteposición de cabeza y cuello que realizaron flexión de hombros con carga isométrica (Khosravi et al., 2019). A su vez, esta postura produce una inhibición de los músculos flexores craneocervicales, y una excesiva contracción del esternocleidomastoideo y del escaleno anterior. Cuando se produce esta inhibición de los flexores craneocervicales, se recomienda activarlos selectivamente con una presión de 28 mmHg (Donghoon et al., 2019).

La anteposición de cabeza y cuello es un trastorno típico en personas sedentarias, y afecta mayormente la sintomatología cuando las personas se encuentran sentadas, alterando la biomecánica, causando cambios en la longitud de la unidad músculo tendón de los extensores, flexores cervicales y en la articulación atlantooccipital. Por ende, el mantener una postura de anteposición de cabeza y cuello por un periodo prolongado, es un factor de riesgo de dolor de cuello crónico y cefalea tensional. Las personas con anteposición de cabeza y cuello son más propensas a tener puntos gatillo en la región del cuello, especialmente en la región descendente del trapecio (Kocur et al., 2019). Un cambio en la postura corporal puede conducir a un cambio espacial entre la columna vertebral y la línea de gravedad, causando sobrecarga en los músculos y en los tejidos conectivos, generando dolor de cuello. Esta postura es un factor interno de causa de disfunción, lo que aumenta la longitud del momento de fuerza externo, moviendo el

centro de gravedad delante del eje de carga. La exposición a esta carga constante sobre los músculos craneovertebrales y las estructuras no contráctiles causan un cambio en la biomecánica, produciendo un mayor estrés articular (Kim et al., 2018).

Por otro lado, esta postura influye en la función respiratoria, ya que los músculos respiratorios se debilitan. Se ha demostrado que la capacidad vital forzada (CVF), el volumen espiratorio forzado en 1 segundo (VEF1) y la actividad de los músculos respiratorios es significativamente menor en sujetos que presentan una postura con anteposición de cabeza y cuello. Existe un cambio en la forma de la caja torácica que es característica en los pacientes con postura de anteposición de cabeza y cuello, por lo que, la disminución en la función respiratoria se puede explicar por la restricción de la función torácica. La contracción del tórax superior en pacientes con postura de anteposición de cabeza y cuello afecta la espiración y la contracción del tórax inferior puede afectar la inspiración (Koseki et al., 2019). Se observa una disminución significativa de la movilidad del tórax inferior a lo largo del eje Y (anteroposterior) que se asocia a un acortamiento del músculo abdominal. Al existir una disminución del diámetro anteroposterior del tórax inferior, se produce una reducción de la excursión diafragmática (Koseki et al., 2019). Una postura incorrecta de la cabeza resulta en un cambio en el modelo de la respiración, por una movilidad limitada del tórax, debido a una falta de simetría axial de la cabeza en el aspecto tridimensional (Szczygiel et al., 2019).

Diversos estudios han reportado que la postura de anteposición de cabeza y cuello produce síntomas a nivel de la articulación temporomandibular que incluyen dolor de cuello, dolor de cabeza y dolor temporomandibular (Kim et al., 2018). La postura de anteposición de cabeza y cuello es considerada un factor de riesgo para el desarrollo de dolor de cuello. Se ha demostrado dolor de cabeza, debilidad de la fuerza muscular isométrica de cuello y disminución de la resistencia muscular de los flexores profundos cervicales. También se ha observado un aumento en la actividad electromiográfica del esternocleidomastoideo, escaleno anterior y esplenio de la cabeza en pacientes con dolor de cuello y con anteposición de cabeza y cuello. Así, existe una relación directa entre el dolor de cuello y la postura de anteposición de cabeza y cuello. Esta última también se ha asociado con el dolor cervicogenico y migrañas, movilidad escapular anormal, trastornos de la articulación temporomandibular y síndrome de dolor miofascial.

La mayoría de estas disfunciones se pueden recuperar con terapia física, y para sus hallazgos es fundamental la evaluación postural (Kim et al., 2018). Se ha observado en adultos mayores que una corrección no quirúrgica de la postura de anteposición de cabeza y cuello y restablecimiento de la lordosis puede disminuir sintomatología radicular cervical (Wickstrom et al., 2017).

La anteposición de cabeza y cuello se relaciona con la postura de hombro redondo, que se caracteriza por una rotación interna de hombro y la escapula más prolongada. Esta postura produce un aumento en la fuerza de gravedad sobre la cabeza, lo que podría producir cambios degenerativos en la columna cervical. Además, se ha observado que existe una reducción (silencio) electromiográfica del músculo erector de la columna lumbar durante el movimiento de flexión completa de columna (Shiravi et al., 2019). Estas alteraciones posturales pueden ser corregidas con distintas estrategias terapéuticas, la terapia manual, el aprendizaje motor, el kinesiotaping, órtesis y el ejercicio terapéutico, entre otros. Los estiramientos, más los ejercicios de resistencia y la combinación de estabilización escapular y los ejercicios craneocervicales, podrían mejorar la postura de anteposición de cabeza y cuello (Shiravi et al., 2019).

Se ha demostrado que la combinación de ejercicios de estabilización escapular con retroalimentación de control abdominal puede aumentar la fuerza de los músculos que actúan sobre el hombro, mejorando la activación muscular de los músculos que actúan a nivel de la escapula y del cuello, actuando directamente sobre la función de la extremidad superior (Shiravi et al., 2019). Existe una relación directa entre el aumento del ángulo de anteposición de cabeza y cuello, y la gravedad del dolor de cuello y los niveles de disfunción. Además, la extensión craneovertebral aumenta la actividad de los músculos temporales y maseteros debido al cambio en la posición y movimiento de la mandíbula en el proceso de masticación (Kim et al., 2019).

Envejecimiento y postura

En el mundo desarrollado, las personas están viviendo más tiempo. Se espera que para el año 2050 la población adulta mayor de más de 60 años se triplicará. Las principales causas de este aumento de población son la mayor esperanza de vida y la disminución en las tasas de natalidad en los países más desarrollados. La vejez se asocia con mayor riesgo de enfermedades debilitantes, como demencia y cáncer, pero también los adultos mayores se ven enfrentados a otros problemas frecuentes, como declive en la cognición, limitaciones físicas y pérdida de compañeros y amigos (Galli et al., 2017). Así, los adultos mayores ven aumentado su aislamiento social y soledad, principalmente por pérdida de compañeros y roles sociales. Sumado a ello, las limitaciones físicas que pueden obstaculizar el contacto social. Incluso la mala cognición general se relaciona con un aumento en la mortalidad.

Uno de los factores negativos en los adultos mayores es el aislamiento, y una de las estrategias utilizadas para mejorar el trabajo grupal y motivar a los adultos mayores es el humor y la improvisación. A través de estos, se han obtenido resultados bene-

ficiosos, como una mayor sensación de actitud positiva, de comodidad, facilidad de enfrentar lo inesperado, sensación de autodesarrollo y autoconciencia, y sensación de aceptación por parte del grupo social. Junto a esto, mayor capacidad de resolución de problemas, mayor facilidad en situaciones sociales, y ser parte de un círculo social más unido, llevando implícitamente a combatir síndromes geriátricos como la depresión, el estrés y el aislamiento (Morse et al., 2018).

Durante el envejecimiento, algunos tejidos como ligamentos y tendones experimentan disminución de la vascularización. Los músculos esqueléticos muestran disminución en el volumen mitocondrial, aumenta el contenido del colágeno, y, por ende, disminuye la flexibilidad. Los meniscos y el cartílago articular pierden la capacidad de disipar el estrés y a menudo desarrollan condromalacia (Mora et al., 2018). Las tendinosis es también común en los adultos mayores. El microtrauma y la falta de vascularización hacen que el tendón sea más rígido, la cicatrización más lenta y a que haya un aumento en la propensión a la inflamación (Mora et al., 2018).

Los adultos mayores se caracterizan por tener multimorbilidades, que son definidas como la coexistencia de dos o más enfermedades crónicas. Estas condiciones crónicas aumentan la complejidad de los tratamientos terapéuticos para los profesionales de la salud, afectando negativamente a los servicios sanitarios. Esta multimorbilidad se asocia con disminución de la calidad de vida, autoevaluación de salud, movilidad y capacidad funcional. Así, aumenta la tasa de hospitalización, trastornos fisiológicos, uso de recursos de atención de salud, mortalidad y mayores costos. Sumado a la multimorbilidad, aumenta el uso múltiple de medicamentos, comúnmente referidos, conocido como la polifarmacia (Masnoon et al., 2017). Esta polifarmacia se utiliza para tratar cada condición y está asociada a resultados adversos que incluyen mortalidad, caídas, aumento de la estancia hospitalaria y readmisión al hospital poco después del alta médica.

Los pacientes adultos mayores presentan mayor riesgo de efectos adversos debido a la disminución renal y función hepática, menor grasa corporal magra, reducción de la audición, visión, cognición y movilidad (Masnoon et al., 2017). Existen medicamentos que influyen en la capacidad para realizar ejercicios. Los betabloqueadores no selectivos, como el propranolol, reducen la tolerancia al ejercicio, aumentan la predisposición a hipertermia, la exacerbación de broncoespasmo inducido por el ejercicio o asma, el deterioro de la función del ventrículo izquierdo durante el ejercicio, la reducción de la glucogénesis estimulada por beta 2 y la reducción del consumo de oxígeno (VO₂) máximo (Mora et al., 2018). Las tiazidas pueden producir pérdida urinaria, de potasio y magnesio, aumentando el riesgo de calambres musculares, arritmias y rabdomio-

lisis (Mora et al., 2018). Las estatinas pueden inducir debilidad muscular, aumentar la fatiga y alterar el metabolismo energético durante el ejercicio, pudiendo inducir a fatiga, dolor articular, disminución de la fuerza muscular y mialgia (Mora et al., 2018). La metformina puede aumentar la frecuencia cardíaca y concentraciones de lactato durante ejercicio (Mora et al., 2018). Las quinolonas y los esteroides aumentan el riesgo de tendinitis y roturas de tendón. Los inhibidores de la bomba de protones se asocian a calambres musculares, debilidad muscular, arritmias y letargo. Los antihistamínicos reducen el tiempo de reacción y la discriminación visual. Los inhibidores selectivos de la recaptación de serotonina incrementan el riesgo de caídas y rabdomiolisis. Los antiinflamatorios no esteroidales han demostrado reducir la inflamación asociada al ejercicio y mejorar la recuperación de la fuerza. Sin embargo, existen efectos adversos asociados a alteraciones gastrointestinales, hemorragias e insuficiencia renal y se debe restringir su uso a largo plazo (sobre 1 mes) (Mora et al., 2018).

Por este motivo, para un envejecimiento saludable es fundamental la realización de actividad física regular, lo que, además, ayuda a la salud mental. Esto puede ayudar a retrasar y prevenir diversas enfermedades crónicas y costosas, y ayuda a reducir el riesgo de limitaciones funcionales moderadas o graves, además de riesgo de muerte (Mora et al., 2018). El ejercicio físico puede prevenir varias enfermedades en adultos mayores. Se ha observado que una reducción de la actividad física perjudica la calidad de vida en personas adultos mayores con enfermedad de Alzheimer, enfermedad de Parkinson y trastornos depresivos (Todde et al., 2016).

Durante el envejecimiento existe una disminución de la masa muscular, pero, además, existen cambios en las propiedades estructurales del músculo. La disminución de la fuerza muscular en el envejecimiento se asocia con la calidad de la fuerza por unidad de área en el tejido muscular, asociado a factores como infiltración de grasa, la disminución de la transmisión de fuerza lateral entre las fibras a través del endomisio y el cambio en el tipo de fibra. Además, se producen cambios en las proporciones del tipo de fibra, favoreciendo un aumento en las fibras lentas, reduciendo así, la potencia mecánica. También, varían las propiedades mecánicas del colágeno, afectando al tejido conectivo y aumentando la rigidez (Teklemariam et al., 2019). Los patrones de remodelación de la unidad motora son una de las consecuencias de la pérdida y la reinervación de la unidad motora asociada con el envejecimiento, afectando la distribución de las tensiones, sugiriendo una distribución desigual de las fuerzas dentro del fascículo muscular (Teklemariam et al., 2019). Los adultos mayores son más susceptibles a la deshidratación debido una disminución de la percepción de la sed, disminución de la función renal y respuesta más lenta a la rehidratación. Estos factores pueden llevar a una hidratación inadecuada durante el ejercicio (Mora et al., 2018). El ejercicio físico

aumenta las necesidades de calorías y micronutrientes, aumenta las vías metabólicas que usan la tiamina (vitamina B1), riboflavina (Vitamina B2) y piridoxina (Vitamina B6) (Mora et al., 2018). La disminución del tamaño del músculo esquelético suele ir acompañado de disminución de la fuerza y función muscular. Estos cambios se asocian a mayor riesgo de caídas, que es la principal causa de lesión, incapacidad permanente y altas tasas de mortalidad en adultos mayores (Shahtahmassebi et al., 2019).

Influencia de la postura en la caída

Se ha observado que los adultos mayores son más vulnerables a las caídas, siendo el equilibrio y la resistencia muscular, junto con la baja motivación de los adultos mayores, factores determinantes. Además, existe poca adherencia a realizar los ejercicios físicos en los hogares. En este contexto, las caídas producen en los adultos mayores una mala calidad de vida, causada por una restricción de la funcionalidad y de la movilidad.

La etiología de las caídas generalmente se considera multifactorial, involucrando factores intrínsecos y extrínsecos (ambientales). Dentro de los factores de riesgo intrínseco, se encuentra la influencia y el control postural dinámico (inestabilidad de la marcha, déficit en la fuerza muscular y potencia muscular) (Granacher et al., 2011). La incidencia de caídas es un factor de riesgo para la pérdida de funcionalidad, independencia y uso de servicio de salud, y es una de las principales causas de muerte relacionada con lesiones.

Estudios han encontrado evidencia de que la masa muscular y las condiciones crónicas están relacionadas con el riesgo de caer (Granacher et al., 2011). También, existen estudios que han relacionado el rasgo de personalidad con el riesgo de caídas. Basándose según el modelo de Digman (Granacher et al., 2011), existen cinco rasgos de personalidad: neurocitismo, conciencia, franqueza, extraversión y amabilidad. Según estudios, las personas con rasgo de personalidad de neurocitismo y bajo nivel de conciencia se asocian a un mayor riesgo de caídas (Granacher et al., 2011). Al adicionar poca fuerza de agarre, fumar, tener depresión e inactividad física, este riesgo de caídas aumenta (Tahmosybayat et al., 2018).

Las caídas son frecuentes en los adultos mayores y se ha demostrado que el ejercicio físico es un buen medio para reducir su riesgo, ya que mejora significativamente los distintos sistemas corporales. Para ello, es fundamental la mantención del equilibrio, la fuerza muscular, la flexibilidad y la resistencia (Tahmosybayat et al., 2018). Para la mantención del equilibrio es necesario el funcionamiento del sistema visual, vestibular y somatosensorial. Estos sistemas cooperan en las reacciones posturales y cinéticas

en un contexto inmediato y, con el paso del tiempo, se comienzan a deteriorar. El entrenamiento basado en el equilibrio ha demostrado mejorar el sistema del control postural. A su vez, este control postural, cuando está deteriorado, puede ser fuerte predictor de caídas en los adultos mayores (Tahmosybayat et al., 2018).

Entrenamiento de la fuerza muscular como alternativa para el control de la postura

Se ha demostrado que el ejercicio físico es efectivo para tratar la postura de anteposición de cabeza y cuello. El programa que resultó ser efectivo consistió en ejercicios de activación de los flexores cervicales profundos y retractores escapulares, y los ejercicios de elongación de extensores cervicales y músculos pectorales, basados en el enfoque de Kendall. Los ejercicios involucrados consideran una progresión. El ejercicio de flexores craneocervicales se progresa con mantenciones variables en el tiempo, la progresión de retractores escapulares se realiza de pie con *theraband* y luego se progresa con posición decúbito prono con pesos. La progresión se produce cuando el participante lograba completar 12 repeticiones de 3 series fácilmente y de manera correcta (Harman et al., 2010). Se deben realizar 3 series de 12 repeticiones de cada ejercicio de activación y 3 ejercicios de estiramiento realizados durante 30 segundos cada uno. Este programa se debía repetir 4 veces por semana durante 10 semanas (Harman et al., 2010).

La postura de anteposición de cabeza y cuello es una alteración postural en personas de todas las edades, desde la infancia hasta la vejez. Según la literatura, el cambio promedio con prescripción de ejercicios para mejorar el ángulo de postura de anteposición de cabeza y cuello a través del ángulo craneovertebral es en promedio 4,5 grados en sujetos que presenten dolor, y 4,58 grados en los participantes sin dolor de cuello. No está claro qué grado de cambio en el ángulo de postura de cabeza hacia delante es significativo. El entrenamiento de los flexores profundos cervicales es más efectivo que el entrenamiento isométrico convencional para mejorar la postura de anteposición de cabeza y cuello, disminuir el dolor y la discapacidad funcional (Gupta et al., 2013). Los resultados de los programas de ejercicios para el dolor son débiles, por lo que no existe una relación lineal entre el ángulo de anteposición de cabeza y cuello, y el dolor. Esto puede ser debido a la naturaleza multidimensional de dolor de cuello, que está vinculado a síntomas de estrés psicosomático, ansiedad, y factores de exposición física y psicosociales en el trabajo. Sin embargo, el ejercicio puede ayudar al alivio del dolor a través de factores como la fuerza muscular, el estado de ánimo o el miedo (Gupta et al., 2013).

Existe evidencia nivel 1a de que la prescripción de ejercicios terapéuticos puede reducir el ángulo de postura de anteposición de cabeza y cuello, a través de la medición del ángulo craneovertebral. Hay evidencia nivel 1b de una mejoría moderada en el dolor de cuello cuando se prescriben ejercicios en participantes con postura de anteposición de cabeza y cuello (Sheikhoseini et al., 2018). La prescripción del ejercicio para que sea exitoso debe incorporar todos los parámetros necesarios para promover el cambio deseado en un sistema. Se debe considerar la intensidad, duración, frecuencia, el tipo de contracción, la velocidad de la contracción y los conceptos de aprendizaje motor (Sheikhoseini et al., 2018). Cualquier actividad funcional es un evento neuromuscular complejo que incorpora múltiples sistemas. Estos sistemas incluyen los sistemas musculares y articular, los sistemas sensoriales propioceptivos y cutáneos, y los sistemas visual y vestibular. El entrenamiento funcional se refiere a la sobrecarga del movimiento para desafiar todo el sistema neuromuscular. Es recomendable generar una progresión en cada ejercicio: pasar de movimientos simples a complejos, velocidad normal para movimientos rápidos o lentos, superficies estables a inestables, y ojos abiertos a ojos cerrados, para desarrollar todos los sistemas involucrados (Jessen et al., 2017).

La pérdida de velocidad y la potencia en los adultos mayores está asociada a fragilidad, caída y velocidad de la marcha más lenta, y podrían llevar a la institucionalización. Se ha sugerido que la potencia en lugar de la fuerza es un mejor predictor de la función. Se asocia la lentitud en los movimientos con una pérdida de fibras musculares tipo II o de contracción rápida, y también al desuso producto de la desaceleración generalizada en los adultos mayores (Jessen et al., 2017). Los adultos mayores que son sedentarios tienen mayor riesgo de caer. La actividad física y el ejercicio han sido identificados como conductas para preservar la salud física y mental en adultos mayores.

La caída tiene muchos efectos humanos y económicos, y su prevención es un tema sumamente importante (Jessen et al., 2017). La inactividad física conlleva a un comportamiento sedentario que se ha asociado a niveles volumétricos cerebrales más bajos, particularmente en el lóbulo temporal medial, que podría influir en el rendimiento de la memoria. El comportamiento sedentario podría llevar a mayor tiempo de visualización de televisión, que se ha relacionado con sintomatología depresiva (Loprinzi et al., 2019). El fortalecimiento muscular debe realizarse hasta el punto de que pueda realizar otra repetición sin ayuda, se recomienda 1 serie de 8 a 12 repeticiones, aunque 2 o 3 series pueden ser más eficaces, al menos 2 veces por semana, con intensidad moderada a vigorosa.

El desarrollo muscular de la fuerza y la resistencia es progresivo en el tiempo. Esto significa que debe existir un aumento gradual en la cantidad de peso o la frecuencia de días de ejercicio en la semana, dando como resultado músculos más fuertes

(Mora et al., 2018). Los ejercicios de flexibilidad son muy importantes en los adultos mayores, se realizan a través de elongaciones sostenidas para cada grupo muscular y se recomienda realizarlos mínimo 2 veces por semana. Este tipo de ejercicios permite mantener el rango de movimiento normal para la realización de actividades de la vida diaria, en conjunto con actividades de fortalecimiento aeróbico o muscular (Mora et al., 2018).

Sociabilización del ejercicio físico

El ejercicio en un contexto grupal con integración social produce un impacto positivo en la calidad de vida de los adultos mayores. La integración social de la comunidad genera un mejor bienestar, libertad e independencia. Mejora su capacidad de tomar decisiones, una mayor consideración y afinidad por sus compañeros de casa, y un mayor contacto familiar y social (McCarron et al., 2019). La pérdida de la audición relacionada con la edad es una prevalente discapacidad asociada con la soledad, el aislamiento, disminución en la función cognitivo y física, lo que predispone a una mortalidad prematura, para lo cual, es necesario un abordaje psicosocial y un efecto físico funcional en los adultos mayores (Jones et al., 2019).

La literatura ha establecido que el contexto social y físico en los cuales las personas nacen, viven, trabajan y envejecen, tiene un papel importante en los determinantes de salud a lo largo de las etapas de la vida (Mora y Valencia, 2018). Las actividades lúdicas corresponden a un tipo de tarea en la cual se proporciona al grupo de estudio un contexto enriquecido con variedad de actividades que se caracterizan por sus efectos motivacionales. Estas actividades permiten una ganancia en el aprendizaje de las diversas habilidades y la retención a través de la disposición de una recompensa. Este efecto puede estar mediado a través de efectos moduladores del neurotransmisor dopamina (Krakauer y Cortés, 2018).

Conclusión

El entrenamiento para la anteposición de cabeza y cuello junto con actividades lúdicas realizado durante 10 sesiones, con una duración de 12 a 15 minutos, ha demostrado ser efectivo en la mejora de habilidades físicas. En la prueba de marcha de 6 minutos hubo una mejora de un 26% en la resistencia, la fuerza de extremidad inferior aumento en un 20% y el equilibrio dinámico y la agilidad aumento en un 18% (*Timed Up and Go*). Además de los beneficios físicos, se destaca el hecho de que se favoreció la motiva-

ción de los adultos mayores para la realización de los ejercicios, permitiendo evitar la pérdida de la funcionalidad y las caídas (Jessen et al., 2017).

La inactividad física es uno de los mayores problemas de salud en la actualidad. Las barreras socioculturales para la actividad física están relacionadas principalmente con los estilos de vida modernos, por ende, la promoción exitosa de la actividad física debe enfocarse a formatos de actividades en grupos sociales, con el mismo nivel de inactividad. Para lograr que estos grupos perduren en el tiempo, los objetivos deben apuntar a la diversión y el bienestar global. En general, estrategias de la población adulta no consideran estos elementos. Por este motivo, se debe replantear el tipo de actividad física en los adultos mayores por ejercicios con mayores entornos de diversión y ocio (Thiel et al., 2016).

Bibliografía

- Bahrekazemi, B., Letafatkar, A., y Hadadnezhad, M. (2017). The Effect of Eight Weeks of Global Postural Corrective Exercises on Kyphosis and Forward Head Angle in Elderly Women with Age-Related Hyperkyphosis. *International Journal of Medical Research & Health Sciences*, 6(9), 40–44. www.ijmrhs.com
- Bradley, B., y Haladay, D. (2018). The effects of a laser-guided postural reeducation program on pain, neck active range of motion, and functional improvement in a 75-year-old patient with cervical dystonia. *Physiotherapy Theory and Practice*, 36(4), 550-554. <https://doi.org/10.1080/09593985.2018.1488904>
- Brigstocke, G. H. O., Hearnden, A., Holt, C., y Whatling, G. (2014). In-vivo confirmation of the use of the dart thrower's motion during activities of daily living. *Journal of Hand Surgery: European Volume*, 39(4), 373–378. <https://doi.org/10.1177/1753193412460149>
- Deep Gupta, B., y Aggarwal, S. (2013). Effect of deep cervical flexor training vs. conventional isometric training on forward head posture, pain, neck disability index in dentists suffering from chronic neck pain. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 7(10), 2261–2264. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2013/6072.3487>
- Donghoon Kang, T. (2019). Comparison of the muscle activity in the normal and forward head postures based on the pressure level during cranio-cervical flexion exercises. *J. Kor Phys Ther*, 31(1), 1–6. <https://doi.org/10.18857/jkpt.2019.31.1.1>
- Fathollahnejad, K., Letafatkar, A., y Hadadnezhad, M. (2019). The effect of manual therapy and stabilizing exercises on forward head and rounded shoulder postures: A six-week intervention with a one-month follow-up study 11 Medical and Health Sciences 1103 Clinical Sciences. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 20(1),1–8. <https://doi.org/10.1186/s12891-019-2438-y>
- Fortner, M., Oakley, P., y Harrison, D. (2018). Alleviation of chronic spine pain and headaches by reducing forward head posture and thoracic hyperkyphosis: a CBP case report. *Journal of Physical Therapy Science*, 30(8), 1117–1123. <https://doi.org/10.1589/jpts.30.1117>
- Galli, F., Chirico, A., Mallia, L., Girelli, L., y Lucidi, F. (2017). Active lifestyles in older adults: An integrated predictive model of physical activity and exercise. *Policlinico - Sezione Medica*, 124(2), 37–54. <https://doi.org/10.7353/polmed.2017.124.037>

- Granacher, U., Muehlbauer, T., Gollhofer, A., Kressig, R. W., y Zahner, L. (2011). An intergenerational approach in the promotion of balance and strength for fall prevention, A mini-review. *Gerontology*, 57(4), 304–315. <https://doi.org/10.1159/000320250>
- Harman, K., Hubley-Kozey, C., y Butler, H. (2010). Effectiveness of an Exercise Program to Improve Forward Head Posture in Normal Adults: A Randomized, Controlled 10-Week Trial. *Journal of Manual & Manipulative Therapy*, 13(3), 163–176. <https://doi.org/10.1179/106698105790824888>
- Jessen, J., y Lund, H. (2017). Study protocol: Effect of playful training on functional abilities of older adults - A randomized controlled trial. *BMC Geriatrics*, 17(1), 4–9. <https://doi.org/10.1186/s12877-017-0416-5>
- Jones, C., Siever, J., Knuff, K., Van Bergen, C., Mick, P., Little, J., y Miller, H. (2019). Walk, Talk and Listen: a pilot randomised controlled trial targeting functional fitness and loneliness in older adults with hearing loss. *BMJ Open*, 9(4), e026169. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-026169>
- Khosravi, F., Peolsson, A., Karimi, N., y Rahnama, L. (2019). Scapular Upward Rotator Morphologic Characteristics in Individuals With and Without Forward Head Posture: A Case-Control Study. *Journal of Ultrasound in Medicine*, 38(2), 337–345. <https://doi.org/10.1002/jum.14693>
- Kim, D., Kim, C., y Son, S. (2018). Article history: Neck Pain in Adults with Forward Head Posture: Effects of Craniovertebral Angle and Cervical Range of Motion Osong Public Health and Research Perspectives. *Public Health Res Perspect*, 9(6), 309–313. <https://doi.org/10.24171/j.phrp.2018.9.6.04>
- Kim, D. H., y Kim, S. Y. (2019). Comparison of immediate effects of sling-based manual therapy on specific spine levels in subjects with neck pain and forward head posture: a randomized clinical trial. *Disability and Rehabilitation*, 42(19), 2735–2742. <https://doi.org/10.1080/09638288.2019.1571638>
- Kim, J., Kim, S., Shim, J., Kim, H., Moon, S., Lee, N., y Choi, E. (2018). Effects of McKenzie exercise, Kinesio taping, and myofascial release on the forward head posture. *Journal of Physical Therapy Science*, 30(8), 1103–1107. <https://doi.org/10.1589/jpts.30.1103>
- Kocur, P., Wilski, M., y Lewandowski, J. (2019). Influence of Forward Head Posture on Myotometric Measurements of Superficial Neck Muscle Tone, Elasticity, and Stiffness in Asymptomatic Individuals with Sedentary Jobs. *J. Manipulative Physiol Ther*, 42(3), 195–202. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2019.02.005>
- Koseki, T., Kakizaki, F., Hayashi, S., Nishida, N., y Itoh, M. (2019). Effect of forward head posture on thoracic shape and respiratory function. *Journal of Physical Therapy Science*, 31(1), 63–68. <https://doi.org/10.1589/jpts.31.63>
- Krakauer, J. W., y Cortés, J. C. (2018). A non-task-oriented approach based on high-dose playful movement exploration for rehabilitation of the upper limb early after stroke: A proposal. *NeuroRehabilitation*, 43(1), 31–40. <https://doi.org/10.3233/NRE-172411>
- Loprinzi, P. (2019). The effects of sedentary behavior on memory and markers of memory function: a systematic review. *The Physician and Sportsmedicine*, 47(3), 1–8. <https://doi.org/10.1080/00913847.2019.1607603>
- Mani, S., Sharma, S., Omar, B., Ahmad, K., Muniandy, Y., y Singh, D. K. A. (2017). Quantitative measurements of forward head posture in a clinical setting: a technical feasibility study. *European Journal of Physiotherapy*, 19(3), 119–123. <https://doi.org/10.1080/21679169.2017.1296888>
- Masnoon, N., Shakib, S., Kalisch-Ellett, L., y Caughey, G. E. (2017). What is polypharmacy? A systematic review of definitions. *BMC Geriatrics*, 17(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s12877-017-0621-2>

- McCarron, M., Lombard-Vance, R., Murphy, E., May, P., Webb, N., Sheaf, G., y O'Donovan, M. A. (2019). Effect of deinstitutionalisation on quality of life for adults with intellectual disabilities: a systematic review. *BMJ Open*, 9(4), e025735. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-025735>
- Mitsukane, M., Sekiya, N., Kamono, A., y Nakabo, T. (2018). Motion-plane dependency of the range of dart throw motion and the effects of tendon action due to finger extrinsic muscles during the motion. *Journal of Physical Therapy Science*, 30(3), 355–360. <https://doi.org/10.1589/jpts.30.355>
- Mora, J., y Valencia, W. (2018). Exercise and Older Adults. *Clinics in Geriatric Medicine*, 34(1), 145–162. <https://doi.org/10.1016/j.cger.2017.08.007>
- Morse, L., Xiong, L., Ramirez-Zohfeld, V., Anne, S., Barish, B., y Lindquist, L. (2018). Humor doesn't retire: Improvisation as a health-promoting intervention for older adults. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 75, 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2017.10.013>
- Pires-Oliveira, D., Gil, A., De Oliveira, L., Bento, F., Mendes, C., y Dos Santos, J. (2015). Analysis of quality of life in elderly practitioners of physical activity and relationship with risk of falls. *Manual Therapy, Posturology & Rehabilitation Journal*, 1-6. <https://doi.org/10.17784/mtprehabjournal.2014.12.181>
- Roddey, T., Olson, S., y Grant, S. (2010). The Effect of Pectoralis Muscle Stretching on the Resting Position of the Scapula in Persons with Varying Degrees of Forward Head/Rounded Shoulder Posture. *Journal of Manual & Manipulative Therapy*, 10(3), 124–128. <https://doi.org/10.1179/106698102790819247>
- Salahzadeh, Z., Maroufi, N., Ahmadi, A., Behtash, H., Razmjoo, A., Gohari, M., y Parnianpour, M. (2014). Assessment of forward head posture in females: Observational and photogrammetry methods. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 27(2), 131–139. <https://doi.org/10.3233/BMR-130426>
- Shahtahmassebi, B., Hebert, J., Hecimovich, M., y Fairchild, T. (2019). Trunk exercise training improves muscle size, strength, and function in older adults: A randomized controlled trial. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 29(7), 980-991. <https://doi.org/10.1111/sms.13415>
- Sheikhhoseini, R., Shahrbanian, S., Sayyadi, P., y O'Sullivan, K. (2018). Effectiveness of Therapeutic Exercise on Forward Head Posture: A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 41(6), 530–539. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2018.02.002>
- Shiravi, S., Letafatkar, A., Bertozzi, L., Paolo, P., y Khaleghi Tazji, M. (2019). Efficacy of Abdominal Control Feedback and Scapula Stabilization Exercises in Participants with Forward Head, Round Shoulder Postures and Neck Movement Impairment. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, 11(3), 272-179. <https://doi.org/10.1177/1941738119835223>
- Szczygiel, E., Sieradzki, B., Maslon, A., Golec, J., Czechowska, D., Węglarz, K., y Golec, E. (2019). Assessing the impact of certain exercises on the spatial head posture. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, 32(1), 43–51. <https://doi.org/10.13075/ijom.1896.01293>
- Tagliabue, C., Guzzetti, S., Gualco, G., Boccolieri, G., Boccolieri, A., Smith, S., y Daini, R. (2018). A group study on the effects of a short multi-domain cognitive training in healthy elderly Italian people. *BMC Geriatrics*, 18(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s12877-018-1014-x>
- Tahmosybayat, R., Baker, K., Godfrey, A., Caplan, N., y Barry, G. (2018). Movements of older adults during exergaming interventions that are associated with the Systems Framework for Postural Control: A systematic review. *Maturitas*, 111, 90–99. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2018.03.005>

- Teklemariam, A., Hodson-Tole, E., Reeves, N., y Cooper, G. (2019). A micromechanical muscle model for determining the impact of motor unit fiber clustering on force transmission in aging skeletal muscle. *Biomechanics and Modeling in Mechanobiology*, 18(5), 1401-1413. <https://doi.org/10.1007/s10237-019-01152-2>
- Thiel, A., Thedinga, H., Thomas, S., Barkhoff, H., Giel, K., Schweizer, O., y Zipfel, S. (2016). Have adults lost their sense of play? An observational study of the social dynamics of physical in activity in German and Hawaiian leisure settings. *BMC Public Health*, 16(1), 1-14. <https://doi.org/10.1186/s12889-016-3392-3>
- Todde, F., Melis, F., Mura, R., Pau, M., Fois, F., Magnani, S., y Tocco, F. (2016). A 12-Week Vigorous Exercise Protocol in a Healthy Group of Persons over 65: Study of Physical Function by means of the Senior Fitness Test. *BioMed Research International*, 2016, 2016:7639842. <https://doi.org/10.1155/2016/7639842>
- Wickstrom, B., Oakley, P., y Harrison, D. (2017). Non-surgical relief of cervical radiculopathy through reduction of forward head posture and restoration of cervical lordosis: a case report. *Journals of Physical Therapy Science*, 29(8), 1472-1474. <https://doi.org/10.1589/jpts.29.1472>

Capítulo VII

Ejercicio funcional en el adulto mayor de la comunidad

Dr. Reinaldo Sáez S y Msc. José Alfaro L

Facultad de Ciencias de la Salud, carrera de Kinesiología, Universidad Autónoma de Chile sede Talca.

Introducción

Las exigentes demandas laborales, los avances tecnológicos y los vertiginosos estilos de vida nos van conduciendo a padecer una especie de estancamiento de nuestras capacidades físicas. Un ejemplo de esto es el constante reemplazo del esfuerzo físico laboral por nuevas tecnologías que hacen que cada vez necesitemos menos de la funcionalidad de nuestros cuerpos para alcanzar un objetivo o una meta. Incluso en los tiempos libres, de esparcimiento, estamos siendo invadidos por tecnologías que nos hacen movernos menos. A raíz de lo anterior, todo parece indicar que la tendencia de los adultos mayores es ser cada menos activos desde la perspectiva física, limitando su capacidad funcional y reduciendo su calidad de vida. Afortunadamente, existen ciertas iniciativas que permiten mitigar los nefastos efectos derivados de esta situación.

Sedentarismo

El envejecimiento es un proceso en el cual se producen diferentes alteraciones en los adultos mayores, algunos cambios son propios de la edad y otros son provocados por algún tipo de patología. Todos estos cambios tienen repercusiones a nivel funcional, cognitivo afectivo y social. A su vez, el envejecimiento humano se asocia con una disminución de la función en todos los sistemas involucrados en la independencia de

los seres humanos. Es así como se ven alterados el sistema neurológico, musculoesquelético, cardiovascular y cognitivo. Todas estas alteraciones provocan limitaciones en la capacidad de realizar actividades cotidianas, disminuyen tanto la calidad de vida como la autopercepción de su propia calidad de vida (Landinez et al., 2012).

A medida que envejecemos nos podemos convertir fácilmente en personas sedentarias debido a los múltiples procesos que ocurren en nuestros sistemas. Podemos definir el sedentarismo como no realizar actividad física o realizarla con una frecuencia menor de 3 veces a la semana y/o menor de 20 minutos cada vez. El estilo de vida sedentario conlleva a una disminución del trabajo físico y es un factor perjudicial para el individuo, su familia y la sociedad, ya que provoca un aumento en la incidencia de enfermedades (Rúa, 2012).

Si pensamos en cómo retrasar y prevenir las consecuencias del envejecimiento y el sedentarismo, es el ejercicio físico la manera más adecuada y la mejor herramienta, debido a que ayuda a mantener un adecuado grado de actividad funcional de la mayoría de las funciones orgánicas (Landinez et al., 2012). Por su parte, la inactividad física es un importante factor de riesgo para problemas crónicos de salud, tales como las enfermedades cardiovasculares, la hipertensión, la obesidad, la osteoporosis, la diabetes mellitus y problemas de salud mental (Landinez et al., 2012).

Actividad física y capacidad funcional

Existen muchos conceptos que tienden a confundir un poco a quienes pretenden profundizar en estos temas. Por una parte, tenemos los conceptos de *actividad física* y *capacidad funcional* del adulto mayor. En primera instancia, se considera actividad física cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que exija gasto de energía (OMS, 2019). Por otra parte, la capacidad física funcional se podría definir como el potencial que tiene un sujeto para desarrollar patrones motores intencionados, que son la base de la interacción de los individuos en todos los aspectos, sean personales o sociales (Vidarte, et al., 2011). Resulta muy importante el poder conocer y establecer los niveles de actividad física, así como la caracterización de esta, ya que se convierten en una exploración, un requisito para estar al tanto de las relaciones existentes que puedan favorecer la adopción de una vida activa, ya que la actividad física puede estar determinada no solo por factores propios de cada sujeto, sino que también por la interacción que este tiene con factores ambientales o culturales (Vidarte et al., 2011).

Integrando las ideas anteriormente expresadas, no resulta incorrecto pensar que una definición más integradora de actividad física, y en la misma línea que la Organización

Mundial de la Salud, OMS, podría ser aquella que corresponde a “todos los movimientos necesarios para desarrollar las actividades, sean estas recreativas, laborales y de la vida cotidiana desarrolladas en el hogar, todas actividades que varían en intensidad frecuencia y duración” (OMS, 2019). La idea de que la actividad física contribuye a mejorar el nivel de vida en las personas durante todo el ciclo vital, no es una idea nueva, prueba de esto son las mejoras observadas en la tasa de edad media de la población, índice de envejecimiento y esperanza de vida, las que nos indican que las personas activas viven más tiempo y tienen una mejor calidad de vida que las inactivas (Ávila y García-Mayo, 2013).

La actividad física ayuda o retarda algunas manifestaciones de enfermedades que afectan a las personas, como enfermedades crónicas no transmisibles (OMS, 2019). En el ámbito físico, no debemos olvidar el alto impacto que tiene la realización de actividad física en el ámbito psíquico, mejorando el estado anímico y emocional de las personas, y quitando un poco el estrés que nos presenta la vida. A largo plazo, el ejercicio físico refuerza la autoestima, mejora la agilidad mental y, lo más importante, aumenta la interacción social. En términos económicos, la actividad física se puede traducir como una inversión que a largo plazo entregará muchos dividendos, reduciendo los altos costos en tratamientos de enfermedades y evitando incurrir en endeudamiento para acceder a un tratamiento que permita tener una mejor sobre vida. Resulta apropiado que todos quienes trabajen relacionados con el área de salud, como gerontólogos, médicos, enfermeros, kinesiólogos, psicólogos, nutricionistas y profesores de educación física, estimulen el desarrollo de estas actividades (Andrew y Ronal, 2011).

Sentido de la actividad física para las personas mayores

La actividad física puede ser concebida desde la perspectiva de la salud y de la rehabilitación. Esta visión se ha convertido, hoy en día, en un elemento ideal para evitar la aparición y desarrollo de algunas enfermedades, combatir las secuelas o la manera en que estas enfermedades afectan la calidad de vida (Vidarte et al., 2011). En esta perspectiva, y para tratar esta categoría de análisis, se hace relevante retomar algunos elementos concernientes a salud y salud pública.

Abordar la salud implica reconocer la relación entre el proceso vital del hombre y el proceso colectivo, con los componentes objetivos y subjetivos que se manifiestan en diversas prácticas que se ejecutan en distintos contextos de espacio y tiempo. En esta dinámica, el proceso de salud recoge elementos desde lo histórico, lo cultural y lo social, y está influenciado por el concepto de hombre como ser integral. Esta integra-

lidad se da por las relaciones entre las esferas biológicas, psicológicas y sociales, que le permiten al ser humano la participación en la sociedad como sujeto emancipador y transformador, reconociendo su particularidad (Jara, 2015). Es de esta manera como el hombre, a través de su proceso vital, se construye y reconstruye permanentemente, y donde no solo el componente biológico influye en su salud, sino que también lo hace la realidad social y cultural, condicionando sus procesos de crecimiento y desarrollo. En este orden de ideas, la actividad física como factor de salud tiene unas repercusiones positivas sobre la salud pública, lo cual puede atestigüarse desde el avance alcanzado en investigaciones científicas que establecen un vínculo entre la actividad física y sus adaptaciones biológicas.

Actividad física para adultos mayores

Para que la actividad física sea efectiva y tenga los resultados esperados debe de estar bien programada, ajustada a las necesidades de cada persona y ser realizada de una manera sistemática. Esta es la manera de asegurar la adherencia a la actividad y la consecución de los objetivos deseados. Es, a su vez, una eficaz herramienta de prevención de riesgos y lesiones innecesarias (Bohórquez, 2014). Implementar de manera adecuada una planificación del entrenamiento significa organizar correctamente las cargas de trabajo y los tiempos de descanso con el propósito de que el organismo tenga la capacidad de reacción ante el estrés generado con el ejercicio y puede sobreponerse, aumentando con ello su nivel de condición física. Para ello existen unas leyes de entrenamiento que, aunque han sido aplicadas tradicionalmente en el alto rendimiento, adaptadas al ámbito de la actividad física enfocada a la salud, son la vía inequívoca para la consecución de los máximos resultados dentro de esta tendencia emergente de actividad física y salud (Cabezas, 2017).

Valoración de la condición física y estado de salud

La adaptación específica del ejercicio a la persona favorecerá que esta se sienta confortable con la práctica. Además, la adaptación de la actividad física a la persona, y no viceversa, es en sí mismo un condicionante motivacional y generador de adherencia, puesto que el participante puede observar la constante mejora y evolución de su condición física. Para que esto suceda es imprescindible una correcta evaluación. Por otro lado, para hacer una correcta prescripción de ejercicio, este debe estar adecuado y acorde a las especificidades del sujeto que lo va a llevar a cabo. Para poder conseguir esta especificidad, es necesario recoger información acerca de diferentes parámetros que definen la condición física y el estado de salud del practicante. Es decir, por un lado,

se hará una valoración de la condición física, y por otro, será necesaria la realización de una revisión médica básica para determinar su estado de salud (Cabezas, 2017).

Algunos aspectos importantes para considerar previo a la implementación de cualquier programa de entrenamiento del adulto mayor implican analizar los siguientes elementos:

- Revisión médica
- Historia clínica
- Test de esfuerzo
- Evaluación funcional
- Fuerza muscular

Objetivos de un plan de actividad física en personas mayores

La formulación de un programa de ejercicios para una persona anciana también requiere una comprensión y una clarificación de los objetivos de trabajo. El objetivo principal para muchas personas de edad avanzada es mantener un estilo de vida independiente y sano que les permita participar en las actividades diarias funcionales, de ocio y de socialización. Es importante concientizar a este grupo poblacional de los beneficios del ejercicio físico en la consecución de este objetivo primario y de muchos objetivos específicos individuales (Chalapud, 2017).

Finalmente, se debería hacer hincapié en el hecho de que el programa de actividad física es un suplemento y no un sustituto, y que debe ir acompañado de otras conductas de vida sana, como puede ser una dieta adecuada y un descanso suficiente. Algunos objetivos en adultos mayores de la comunidad son:

- Mejorar la calidad de vida de la persona a través del desarrollo y mejora de la condición física general y de otras condiciones de tipo adaptativo.
- Prevenir y retardar la aparición de lesiones y enfermedades ocasionadas con el proceso de envejecimiento.
- Disminuir la aparición de sintomatología de aquellas enfermedades y alteraciones ya existentes y disminuir la velocidad de desarrollo de una patología.
- Mejorar los parámetros específicos que determinan la condición física (resistencia aeróbica, fuerza muscular, flexibilidad y coordinación) (Chalapud, 2017).

Implementación de las sesiones

A continuación, se presentan algunas pautas generales a tener en consideración para el diseño de sesiones de actividad física en poblaciones mayores. Las sesiones están formadas por una parte inicial de “calentamiento”, otra central de “desarrollo de la sesión” y una última parte enfocada a la “vuelta a la calma”. El calentamiento toma gran relevancia en las sesiones de actividad física en poblaciones avanzadas, ya que prepara a la persona para la correcta realización de la sesión y además es una buena manera de prevenir lesiones y efectos indeseados en el entrenamiento. Esta parte de la sesión debe ser de mayor duración que la utilizada en personas más jóvenes y debe dar continuidad a la parte de “desarrollo de la sesión”. Dentro de la parte de calentamiento, se proponen ejercicios encaminados a trabajar la coordinación y la flexibilidad, mientras que en la parte dedicada a “desarrollo de la sesión” se prescriben ejercicios que tienen como objetivo la mejora de resistencia cardiovascular y la fuerza muscular. Y para finalizar, en la parte correspondiente a “vuelta a la calma” se proponen ejercicios encaminados a trabajar la coordinación y la flexibilidad, pero en esta ocasión, con objeto de devolver al organismo los niveles iniciales de activación metabólica y neuromuscular.

Componentes de un programa de actividad física

Todo programa de ejercicio físico debe sustentarse en los siguientes componentes:

- **Intensidad:** se refiere al porcentaje de la capacidad máxima del ejercicio a practicarse. Representa la presión fisiológica bajo el cual se somete el individuo (Corsino, 2012).
- **Frecuencia:** Para obtener cambios fisiológicos, se sugiere realizar tres sesiones de ejercicio físico a la semana (MINSAL, 2004).
- **Duración:** Si hablamos de duración del trabajo aeróbico, es importante siempre privilegiar la duración frente a la intensidad, la cual no debiese ser inferior a 30 minutos de actividad aeróbica por sesión.
- **Tipo de ejercicio:** Siempre es importante determinar el objetivo de por qué se realiza ejercicio físico, en el caso de optar por un envejecimiento exitoso, todo programa de ejercicio debe contar con:

Ejercicios de calentamiento: El objetivo de estos ejercicios es preparar el sistema musculoesquelético, respiratorio y cardiovascular para las etapas posteriores más intensas, previniendo de esta forma generar lesiones.

Entrenamiento aeróbico: Tiene como objetivo incrementar la capacidad cardiorrespiratoria del paciente. Se recomienda la realización de actividades de bajo impacto

como la caminata, el ciclismo o pedaleo en la bicicleta estática. Cuando se quiere realizar una actividad física de tipo aeróbico, la intensidad deberá ser moderada y dependerá, en gran medida, del nivel de condición física que tiene la persona. La intensidad del ejercicio a realizar se puede determinar por los siguientes parámetros: signos y síntomas de los pacientes. La frecuencia cardíaca de trabajo se calcula de acuerdo a la “reserva de frecuencia cardíaca” a través de la Fórmula de Karvonen: $FC \text{ trabajo} = FC \text{ reposo} + 40\% \text{ a } 75\% (FC \text{ máx } TM6' - FC \text{ reposo})$.

Entrenamiento de la fuerza: El fortalecimiento muscular es fundamental para evitar las caídas y la incapacidad en los adultos mayores. Esto también propicia mejoras en el equilibrio, lo que repercute directamente en el mantenimiento eficaz del patrón de marcha e influye en que no se produzcan caídas. A su vez, disminuye el riesgo de fracturas por osteoporosis, debido a que mejora la densidad ósea. Junto a esto, el entrenamiento de resistencia muscular genera un aumento del metabolismo en reposo, aumenta el gasto calórico y la masa libre de grasa, mejorando también la tolerancia a la glucosa.

Entrenamiento de flexibilidad: Entrenar la flexibilidad permite generar una mayor conciencia corporal, mejorar la movilidad, prevenir lesiones y riesgos de caídas, lo cual es esencial para la calidad de vida (Gomes dos Santos et al., 2015).

Entrenamiento de equilibrio: El equilibrio tiene relación con la funcionalidad del sistema nervioso, los receptores propioceptivos vestibulares o visuales, y el sistema musculoesquelético, lo cual está directamente relacionado con la sedestación y la marcha, por lo tanto, rehabilitar o entrenar el equilibrio es fundamental en todo programa de entrenamiento (Espinosa-Cuervo et al., 2013). Es importante que en cada etapa del programa de ejercicio físico se puedan controlar los signos vitales de los participantes, ya que muchos poseen comorbilidades que puede interferir en su desempeño, incluso corriendo el riesgo de descompensarse.

Entrenamiento neurocognitivo en el adulto mayor

Es un hecho ineludible que el envejecimiento está relacionado con los cambios en la capacidad cognitiva. Sin embargo, no es el envejecimiento en sí el que entrega las alarmas a nivel de la sociedad, sino que son las demencias asociadas al envejecimiento. La prevalencia de la demencia en la sociedad actual se ha incrementado significativamente. Se estima que más de 35 millones de personas en el mundo sufren una demencia específica y se proyectan, para el 2050, más de 115 millones. Dentro de estas demencias, el Alzheimer sobresale como la más frecuente, con un porcentaje

de ocurrencia de entre 50% y 70%, llegando hasta el punto de ser denominada la epidemia del siglo. Para la Organización Mundial de la Salud (OMS), el Alzheimer está considerada entre las seis afecciones con carácter prioritario en referencia a la salud mental (González, 2014). Los cambios cognitivos pueden ir desde aspectos básicos como el olvido, hasta un deterioro cognitivo profundo. Pero estos cambios y deterioro se pueden rehabilitar y también prevenir, ya que se ha comprobado que existe una capacidad de reserva que se puede activar durante la vejez y que ha sido denominada como plasticidad cerebral (Araujo, 2010).

Educación, entrenamiento físico y socialización como estimulación cognitiva

Existe evidencia de que otras actividades pueden desarrollar estimulación cognitiva, logrando una salud integral de los adultos mayores. El aspecto social, educativo y físico, son tres elementos que deben relacionarse entre sí y formar parte de una estrategia para realizar entrenamiento cognitivo para desarrollar una salud mental con resultados favorables en los adultos mayores y, por lo tanto, un envejecimiento exitoso (González, 2014).

Socialización y capacidad funcional

Debido a que el adulto mayor va perdiendo capacidades físicas, estos expresan temor de llegar a esta etapa del ciclo vital, lo que está asociado a la escasa red de apoyo y la carga física y mental que presentan. Por lo general son dependientes, lo que en muchas ocasiones los conduce a un estado de aislamiento social (González, 2014). Indudablemente, no se puede negar la importancia que reviste el entrenamiento cerebral en el mejoramiento cognitivo de las personas adultas mayores, con el fin de mejorar su autonomía e independencia diaria. De esta forma, es importante que en todo entrenamiento neurocognitivo se trabaje la atención para lograr un envejecimiento exitoso.

Entrenamiento de la atención: Tiene por objetivo mantener y mejorar la capacidad de concentración y atención del adulto mayor. En esto es importante trabajar en todas las modalidades de la atención: sostenida, selectiva, atención focalizada, nivel de alerta y atención ejecutiva (González, 2014).

Entrenamiento de funciones ejecutivas

La rehabilitación y entrenamiento de las funciones ejecutivas persiguen mejorar la capacidad para organizar las secuencias de la conducta y orientarlas hacia la conse-

cución de los objetivos deseados (Delgado-Mejía, 2013). Para el entrenamiento de las funciones ejecutivas se debiesen seguir algunos principios básicos como son:

- Adaptar las actividades a las necesidades de cada paciente.
- Determinar metas bien definidas y desglosar las actividades para desarrollarlas paso a paso.
- Generar actividades en la cuales el paciente pueda organizar su pensamiento y, por ende, su conducta.
- Planificar las actividades diarias elaborando horarios que permitan organizar el tiempo.
- Incrementar de forma gradual el nivel de dificultad de las actividades, a medida que el paciente logre resultados positivos.
- Disponer de actividades variadas y dinámicas evitando la monotonía y desmotivación por parte del paciente.
- Organizar las actividades a través de un horario.

Se deben incluir actividades en las cuales se trabaje la planificación temporal de la propia conducta, la capacidad de generar secuencias, la capacidad de organizar la información, la capacidad de omitir datos irrelevantes, la comprensión de lenguaje abstracto y la capacidad de razonar sobre la información visual.

Entrenamiento de la memoria

El objetivo del entrenamiento de la memoria se basa en mantener y en mejorar su rendimiento. Se deben realizar actividades para mejorar el recuerdo de la información verbal, visual, de historias, acontecimientos y de localizaciones espaciales. Existen variadas formas de entrenar la memoria. Entre ellas podemos encontrar el entrenamiento unifactorial, en el cual se trabaja un solo factor que influye en la memoria como, por ejemplo, la atención, o una sola estrategia o técnica, como, por ejemplo, la asociación o visualización. También existe el entrenamiento multifactorial, el cual trabaja varios factores implicados en la memoria. Estos pudiesen ser globales, los cuales se basan en entrenar procesos y estrategias para solucionar distintos olvidos cotidianos, o modulares, los cuales son entrenamientos adaptados al trabajo en grupos concretos, comenzando de una evaluación previa del grupo y sus necesidades (Carrasco, 2001).

Actividad física funcional como modalidad de ejercicio en el adulto mayor

El envejecimiento produce numerosos cambios en el ser humano, tanto físicos como cognitivos. Existe una declinación de las funciones en los distintos sistemas corporales que inevitablemente generan una disminución en la funcionalidad del adulto mayor. Esta declinación puede verse acelerada a causa de factores internos y ambientales (externos), tales como la contaminación ambiental, la pobreza, la falta de educación, etcétera. Condiciones sobre las cuales el individuo puede tener poca o ninguna atribución pero, por otro lado, condiciones que también podrían ser mejoradas mediante políticas e intervenciones dirigidas. A su vez, existen factores intrínsecos de cada individuo que condicionan una condición basal sobre la cual el efecto del envejecimiento puede resultar en un mayor o menor deterioro funcional.

Un sujeto que durante toda su vida ha tenido una alimentación saludable, se ha mantenido activo tanto física como mentalmente y mantiene relaciones sociales y familiares gratificantes, tendrá un mejor pronóstico para su vejez que un sujeto que presenta alteraciones nutricionales, sedentarismo y una pobre red de apoyo. De esta manera, el deterioro funcional que se produce durante la vejez puede evitarse, en cierta medida, generando acciones que favorezcan un envejecimiento exitoso, tales como la alimentación balanceada, mantener las redes sociales, generar nuevos aprendizajes que supongan un desafío cognitivo y realizar actividad física para mantener el mejor *fitness* posible. La actividad física funcional en el adulto mayor supone, además que el mero gasto calórico, un entrenamiento de las distintas aptitudes físicas relevantes para mantener o mejorar la funcionalidad en este grupo etario, tales como entrenamiento de la fuerza, capacidad aeróbica, equilibrio y propiocepción (Thaxter-Nesbeth y Facey, 2018).

Beneficios de la actividad física funcional en el adulto mayor

Dentro de las patologías musculoesqueléticas, la artrosis es una de las enfermedades que tiene una alta prevalencia en la población adulto mayor, además de ser una de las causas importantes de dolor e invalidez en este grupo etario (González y Bravo, 2013). Se puede considerar como un síndrome que afecta a las articulaciones, con compromiso de todo el tejido periarticular, daño del cartílago articular y del hueso subcondral (Moyá y Núñez, 2009). Esta patología es causa de inactividad en la población adulta mayor, lo cual produce atrofia muscular y deterioro de la condición física. Esto, por su parte, aumenta el dolor y acelera la progresión de la enfermedad llegando incluso a la invalidez (Negrín y Olavarría, 2014).

La eficacia del ejercicio en reducir el dolor y mejorar la capacidad funcional en pacientes con artrosis de rodilla está muy bien documentada. Existe evidencia considerable de que el ejercicio físico constituye una intervención eficaz en el estilo de vida de los pacientes y se le considera una terapia conservadora efectiva para el dolor y déficit funcional causada por la artrosis de rodilla, por lo que se recomienda como “tratamiento conservador de primera elección” en múltiples guías clínicas. Dentro de los efectos que proporciona la actividad física en beneficio de los sujetos con artrosis, se encuentran cambios físicos como el control del peso, mejora en el equilibrio y flexibilidad, mejora en la fuerza y resistencia muscular, cambios mentales y emocionales, como disminución de la ansiedad, mejora en el sueño y cambios funcionales, como mejora en la marcha y desplazamiento (Vincent y Heather, 2012). A pesar de la considerable evidencia de que el ejercicio y la participación moderada en actividades físicas puede influir el manejo de la artrosis de manera bastante positiva, la adherencia a esta recomendación es comúnmente subóptima. Para estimular mayor adherencia a los programas de ejercicios se recomienda una evaluación personalizada, incorporación activa de los pacientes a la toma de decisiones y monitorización de los programas a largo plazo.

Estabilidad postural

Las caídas afectan hasta el 32% de los adultos mayores de 65 a 74 años y el 51% de los adultos mayores con edad superior de 85 años, constituyéndose en una de las principales causas de postración en adultos mayores previamente sanos, y un problema que afecta la funcionalidad, la sociabilidad y la economía de los sujetos (Cheng et al., 2018). Uno de los factores determinantes en el riesgo de caídas es la alteración del equilibrio tanto estático como dinámico. El proceso fisiológico de mantenimiento del equilibrio depende de un arco reflejo muy complejo integrado por receptores y vías aferentes (sistema visual, neurosensorial periférico y vestibulolaberíntico, núcleos motores y vías eferentes vestibulares del tronco cerebral, cerebelosos y corteza cerebral), y efectores periféricos (sistema musculoesquelético), los cuales presentan un deterioro con el envejecimiento (Abreus et al., 2016). La actividad física se reporta como un importante aliado para mejorar la funcionalidad del adulto mayor en general. Específicamente, sobre el equilibrio se han evidenciado efectos positivos con la realización de actividad física.

En contraste, los adultos mayores sedentarios presentan una menor capacidad para mantener el equilibrio y por consecuencia, un mayor riesgo de caídas (Freitas et al., 2013). Se han reportado numerosos estudios con diferentes tipos de ejercicios para mejorar el equilibrio en adultos mayores, existiendo consenso en que estos programas de ejercicios deben incluir ejercicios de fuerza y resistencia (Cadore et al., 2013),

presentar un desafío para el equilibrio de forma progresiva e incluir estímulos para todos los sistemas implicados en su funcionamiento (visual, neurosensorial, vestibulo-laberíntico y musculoesquelético) (Landinez, 2012).

Calidad de vida

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) la calidad de vida es “la percepción individual de la posición en la vida en el contexto de la cultura y el sistema de valores en el cual se vive, y su relación con las metas, expectativas, estándares e intereses” (OMS, 2019). La calidad de vida es un concepto que se viene investigando desde hace tiempo desde diferentes aspectos, dentro de los cuales se ha sumado la condición de salud, factores psicológicos y sociales (Razo-González et al., 2014). En los adultos mayores, la calidad de vida está determinada por distintos aspectos como el económico, familiar y social pero, dentro de todos los factores, la funcionalidad y la salud son los que mayor impacto tienen en este grupo etario (López-Rincón et al., 2019). En este sentido, la actividad física juega un rol preponderante para contribuir a mejorar la calidad de vida de los adultos mayores. Estudios han reportado que los adultos mayores que realizan actividad física organizada tienen mejores índices de calidad de vida en las dimensiones de ansiedad-depresión, índice combinado de calidad de vida y estado percibido de salud (Serrano-Sanchez, 2013). La realización de actividad se relaciona con una mayor satisfacción vital en adultos mayores, lo cual se condice con el hecho de que el ejercicio físico no solo reduce problemas de salud, sino que también produce efectos positivos en el control de enfermedades crónicas y en el bienestar (Acosta, 2019). Dentro de los beneficios de la actividad física que contribuirían a una mejor calidad de vida está la mejora en la autoeficacia, aumento de la autoestima, la existencia del afecto positivo y la satisfacción con la vida (Bohórquez., 2014).

Conclusión

La actividad física parece ser la llave que abre el camino hacia un envejecimiento exitoso y una mejor calidad de vida, lo que se contrapone con los estilos de vida que actualmente se está imponiendo en toda la comunidad (como lo es el sedentarismo) y donde los adultos mayores no son excepción. Por otra parte, poder implementar un programa de actividad física efectivo requiere de profesionales que conozcan las múltiples variables que intervienen en dicha población. Cada programa de actividad física debe contemplar aspectos físicos, cognitivos y sociales para entregar un real beneficio a nuestros pacientes.

Bibliografía

- Abreus Mora, J., González Curbelo, V., y Del Sol Santiago, F. (2016). Abordaje de la capacidad física equilibrio en los adultos mayores. *Revista Finlay*, 6(4), 317-328.
- Acosta, L. D. (2019). Factores asociados a la satisfacción vital en una muestra representativa de personas mayores de Argentina. *Hacia la Promoción de la Salud*, 24(1), 56-69.
- Andrew, M., y Ronal, L. (2011). *El envejecimiento de la Poblacion y la Economia Generacional*. Santiago de Chile: Cepal.
- Ávila, J., y García-Mayo, E. (2013). Beneficios de la Práctica de Ejercicio en Ancianos. *Medigraphic*, 140(4)431-436.
- Bohórquez, M. R., Lorenzo, M., y García, A. (2014). Actividad física como promotor del autoconcepto y la independencia personal en personas mayores. *Revista Iberoamericana de Psicología del Ejercicio y el Deporte*, 9(2), 533-546.
- Cabezas, M. (2017). Entrenamiento funcional y recreación en el adulto mayor. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 36(4), 1-13.
- Cadore, E. L., Rodríguez-Mañas, L., Sinclair, A., e Izquierdo, M. (2013). Effects of different exercise interventions on risk of falls, gait ability and balance in physically frail older adults: A systematic review. Universidad Pública de Navarra (Navarra) España, Campus de Tudela pp. 1-30, doi: 10.1089/rej.2012.1397
- Camil Correia y López K. J. (2016). Global Sensory Impairment in Older Adults in the United States. *Journal of the American Geriatrics Society*, 64(2), 306-313.
- Chalapud, L. (2017). Actividad física para mejorar fuerza y equilibrio en el adulto mayor. *Revista Universitaria Salud*. 19(1), 94-101.
- Cheng, P., Tan, L., Ning, P., Li, L., Gao, Y., y Wu, Y. (2018). Comparative effectiveness of published interventions for elderly fall prevention: A systematic review and network meta-analysis. *International journal of environmental research and public health*, 15(3), 498.
- Corsino, E. L. (2012). La prescripción de ejercicio. *Saludmed*, 1-39. http://www.saludmed.com/ejercicio/contenido/Guia_Disenio_Prog_Ejercicio.html
- Delgado-Mejía, I., Etcchepareborda, M. (2013). Trastornos de las funciones ejecutivas. *Revista de Neurología*, 57(1): 95-103.
- Fernández Rodríguez, E. J. (2017). Estudio aleatorizado de un programa de entrenamiento de cognición cotidiana frente a estimulación cognitiva tradicional en adultos mayores. *Gerokomos*, 29(2), 65-71.
- Espinosa-Cuervo, G., López-Roldán, V. M., Escobar-Rodríguez, D. Á., Conde-Embarcadero, M., Trejo-León, G., y González-Carmona, B. (2013). Programa para la rehabilitación funcional del adulto mayor. Mejorar la marcha, el equilibrio y la independencia. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, ISSN: 0443-5117.
- Garamendi Araujo, F., Delgado, D., y Alemán, A. (2010). Programa de entrenamiento cognitivo en adultos mayores. *Revista Mexicana de Medicina Física y Rehabilitación*, 22: 26-31.
- Freitas, E. R., Rogério, F. R., Yamacita, C. M., y Da Silva, R. A. (2013). Does usual practice of physical activity affect balance in elderly women? *Fisioterapia en movimiento*, 26(4), 813-821.
- Fuentes, A. (2011). Olfactory sensory perception. *Revista médica de Chile*, 139(3), 362-367.
- Fuentes, A., Fresno, M. J., Santander, H., Valenzuela, S., y Gutiérrez, M. F. (2010). Gustatory Sensory Perception: a Review. *Int. J. Odontostomat*, 4(2), 161-168.
- Gomes dos Santos, D., Borba-Pinheiro, C., Gois de Souza, R., y Da Luz Borges, S. (2015). Efectos de desentrenamiento de 16 semanas sobre la fuerza muscular, flexibilidad y autonomía funcional de mujeres mayores, después de un programa de ejercicios. *Ciencias De La Actividad Física UCM*, 16(2), 9-20.

- González, E. D. (2014). Una propuesta para el mejoramiento cognitivo en el adulto mayor: Una alternativa al entrenamiento cerebral. *Revista Electrónica Educare (Educare Electronic Journal)*, EISSN: 14094258 Vol. 18(2), 1-17.
- Hamlet Suárez, A. (2016). El síndrome vestibular en el adulto mayor. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 27(6), 872-879.
- Jara, R. (2015) Efectos del ejercicio en adultos mayores. Medicina HUCH, 293-299. [Archivo PDF] <https://www.enfermeriaaps.com/portal/wp-content/uploads/2017/04/Efectos-del-ejercicio-en-adultos-mayores.pdf>
- Jiménez Navascués, L., Hajar Ordovas, C. A. (2007). Visual disorders as a risk factor for elderly people's autonomy. *Gerokomos*, 18(1), 23-29.
- Kabanchik, D. A. (2016). Salud Mental y Sentido del Tacto en la Vejez. *Rev. Arg. de Gerontología y Geriátrica*, 30(2),75-77.
- Landinez Parra, N., Contreras Valencia, K., y Castro Villamil, Á. (2012). Proceso de envejecimiento, ejercicio y fisioterapia. *Revista Cubana de Salud Pública*, 38(4), 562-580.
- López-Rincón, F., Morales-Jinez, A., Ugarte-Esquivel, A., Rodríguez-Mejía, L., Hernández-Torres, J., y Sauza-Niño, L. (2019). Comparación de la percepción de calidad de vida relacionada con la salud en hombres y mujeres adultos mayores. *Enfermería Global*, 18(54), 410-425.
- García, M. (2016). *Ejercicio físico en Personas de edad Avanzada*. Barcelona: Bizkaiko Foru A. [Archivo PDF] <https://fiapam.org/wp-content/uploads/2013/07/manual-cast-ultima.pdf>
- Monsalve, A., y Rozo, C. (2009). Integración sensorial y demencia tipo Alzheimer: principios y métodos para la rehabilitación. *Revista Colombiana Psiquiatría*, 38(4), 717-736.
- Negrín, R., y Olavarría, F. (2014). Artrosis y ejercicio físico. *Revista Médica Clínica Las Condes*, (25), 805-811.
- Organización Mundial de la Salud, OMS. (06 de 08 de 2019). *Organizacion Mundial de la Salud*. https://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_olderadults/es/
- Montejo, P. (2001). Programas de Entrenamiento de Memoria. *Cuadernos de Trabajo Social*, (14), 255-278.
- Razo-González, A., Díaz-Castillo, R., Morales-Rossell, R., y Cerda-Barceló, R. (2014). Metaanálisis del concepto de calidad de vida en América Latina: una nueva propuesta, sentido de vida. *Revista CONAMED*, 19(4), 149-156.
- Ríos García, M., Solís de la Paz, D., Aldés González, A., y Oviedo Bravo, A. (2013). Utilización de los medios físicos en la osteoartritis en el Hospital Militar Docente Mario Muñoz Monroy, de Matanzas. *Revista Médica Electrónica*, 35(3), 243-252.
- Rúa Hernández, E. S. (2012). El ejercicio físico, una alternativa para mejorar la calidad de vida en el adulto mayor sedentario. *Revista Cubana de Tecnología de la Salud*, 3(3) ISSN: 2218-6719 RNPS 2252.
- Serrano-Sanchez, J., Lera-Navarro, A., y Spino-Torón, L. (2013). Actividad física y diferencias de fitness funcional y calidad de vida en hombres mayores. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 13(49), 87-105.
- Thaxter-Nesbeth, K., y Facey, A. (2018). Exercise for Healthy, Active Ageing: A physiological Perspective and review of International Recommendations. *West Indian Med*, 67(5) 351.
- Vázquez Arce, M., Núñez Piquer, C., Juliá Moyá, C., y Núñez Palomares, C. (2009). Valoración clínica e instrumental en la artrosis de rodilla. *Rehabilitación*, 43(5), 223-231.
- Vidarte, J., Vélez, C., y Sandoval, C. (2011). Actividad Física, Estrategia de promoción de Salud. *Hacia la Promoción de Salud*, 202-2018. [Archivo PDF] <http://www.scielo.org.co/pdf/hpsal/v16n1/v16n1a14.pdf>
- Vincent, K. R., y Vincent, H. K. (2012). Resistance Exercise for knee Osteoarthritis. *American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation*, 4(5), 45-52.

El proceso de envejecimiento es inminente en el ser humano y está ligado al estilo de vida que se haya llevado en los años anteriores. La disminución de la fuerza y de la flexibilidad, la reducción de la longitud del paso de la marcha y una motricidad desequilibrada marcan el paso de la adultez a la adultez mayor. Acciones sistemáticas a lo largo de la vida predeterminarán la clase de adulto mayor que se quiere ser; algunas de ellas beneficiarán la salud física y mental y otras, sin duda, forjarán un envejecimiento prematuro y menos funcional.

Dado estos posibles escenarios, la Organización Mundial de la Salud (OMS) incorporó en 2002 el concepto de envejecimiento activo el cual definió como “el proceso de optimizar las oportunidades de salud, participación y seguridad en orden a mejorar la calidad de vida de las personas que envejecen”. Considerando esto, los adultos mayores serán, más que cualquier otra población, el grupo etario con mayor necesidad de incorporar la actividad física regular a su estilo de vida como una medida preventiva para mantener sus niveles de autonomía durante más tiempo y con ello conducir su proceso de envejecer de manera más activa y funcional.

Kinesiología gerontológica. Temas relevantes para un envejecimiento activo reúne siete artículos cuyo eje central es, entonces, la actividad física, la cual aborda a través de temáticas como la neurociencia en el envejecimiento, el metabolismo cardiorrespiratorio, las modificaciones biomecánicas y la conducta y la cognición, entre otras.