



UAI

**Universidad
Abierta
Interamericana**

LICENCIATURA EN KINESIOLOGÍA Y FISIATRÍA

**FUNCIONALIDAD KINÉSICA: UNA
MIRADA SUPERADORA DESDE LA
MEDICINA EVOLUTIVA**

|HUSS, JUAN MARTÍN

TUTOR

| Licenciado Fernando Tellechea

**| Buenos Aires, Argentina
| 2021**

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi tutor, el Licenciado Fernando Tellechea por guiarme y ayudarme en la confección del trabajo.

A Beatriz Crespo por orientarme en el abordaje del tema y brindarme las herramientas de búsqueda y selección de información científica.

ÍNDICE

1 RESUMEN	4
2 INTRODUCCIÓN	5
3 DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA	7
4 OBJETIVOS.....	9
3.1 Objetivos generales	9
3.2 Objetivos específicos	9
5 JUSTIFICACIÓN.....	10
6 MARCO TEORICO	11
6.1 Concepto de Funcionalidad.....	11
6.2 Medicina evolutiva	12
6.3 Medicina funcional	14
6.4 Functional Movement Screen (FMS)	15
6.5 Dynamic Neuromuscular Stabilization (DNS)	19
6.6 Sistema miofascial	22
7 DISEÑO METODOLÓGICO	24
7.1 Tipo de estudio	24
7.2 Estrategias de búsqueda.....	24
7.3 Criterios de inclusión y exclusion	25
7.4 Resultados	25
7.5 Muestra.....	25
8 RESULTADOS	26
8.1 Relación estructura – función.....	26
8.2 Estructura - función de miembros inferiores.....	26
8.3 Estructura – función del tórax	30
8.4 Estructura – función de miembros superiores.....	31
.....	32
8.5 Estructura – función del sistema miofascial.....	32
.....	33
8.6 Otras adaptaciones.....	34

9 DISCUSION	35
10 CONCLUSION	38
9 BIBLIOGRAFÍA	40

1| RESUMEN

El siguiente es un trabajo de revisión científica que aborda el concepto de “Funcionalidad Kinésica”. En él, se analizan los métodos kinésicos funcionales más utilizados para prevención y tratamiento de lesiones.

Tomando como punto de partida el enfoque evolutivo en las ciencias de la salud y los conocimientos sobre antropología, se establecen en el análisis los puntos negativos y positivos de las bases teóricas sobre lo que se entiende como funcionalidad en el ámbito de la kinesiología.

El objetivo es lograr modificar el paradigma de interpretación del movimiento y la biomecánica humana y brindar un enfoque superador, que tenga correlato con las funciones para las cuales el cuerpo humano está realmente diseñado.

Se realizó una búsqueda sobre antropología del sistema musculoesquelético y se relacionó con los conocimientos acerca del sistema fascial. Los conocimientos antropológicos fueron extraídos de investigaciones del paleoantropólogo Daniel E. Lieberman, profesor de la Universidad de Harvard. Él, es uno de los referentes en lo que respecta a la aplicación de conocimientos antropológicos del sistema musculoesquelético a las ciencias de la salud y el movimiento.

Los hallazgos del presente trabajo proveen unas bases teóricas más específicas, relacionadas a comprender el movimiento y biomecánica humana desde sus orígenes, lo que permitirá una mejora en la aplicación práctica de abordajes kinésicos funcionales tanto terapéuticos como preventivos. Estos hallazgos emplean una visión integral y respetan el verdadero significado del concepto de “funcionalidad”.

2| INTRODUCCIÓN

La Kinesiología, por definición etimológica refiere al estudio del movimiento humano y tiene sus bases científicas en las Ciencias Biomédicas, Morfología, Fisiología, Bioquímica y Biomecánica del movimiento humano.

A diferencia de la medicina tradicional, la Kinesiología centra su análisis, diagnóstico y tratamiento en la estructura, pero además en la función orgánica y en los efectos del ejercicio físico y el movimiento sobre el propio cuerpo.

Un sistema biológico se reconoce por características constituyentes de funciones vitales, las cuales, en diversos niveles de organización y procesos son indisoluble de la expresión de movimiento. Por esta razón, la mayoría de los problemas que enfrentan los profesionales de la salud son complejos y diversos. Por una parte, porque se debe deducir los estados de enfermedad desde signos y síntomas que pueden corresponder a una multicausalidad o bien a veces, por la propia complejidad de los seres humanos. Para ello, el profesional de salud acude a la utilización de hallazgos de otras disciplinas tan diversas como la física, química, biología, biofísica, antropología, bioquímica, fisiología, anatomía, neurofisiología y psicología que casi son correspondientes con los distintos niveles de organización del cuerpo humano.

Entonces, la estructura y la función tienen una relación estrecha a la cual la Kinesiología pretende estudiar y comprender cada vez con mayor profundidad a fines de mejorar los abordajes para con los pacientes. Tanto es así, que en la actualidad los abordajes llamados funcionales están teniendo gran repercusión globalmente.

Existen actualmente dos sistemas funcionales considerados alrededor de todo el mundo como los estándares para evaluaciones y tratamiento. Ellos son Functional Movement Screen (FMS) creado por Gray Cook y Dynamic Neuromuscular Stabilization (DNS) de Pavel Kolar. Ambos sistemas consideran la funcionalidad bajo bases teóricas diferentes, teniendo en cuenta la estabilidad, movilidad y control motor en patrones de movimiento diferentes.

Una característica esencial del ser humano en lo referente al movimiento es nuestra comprensión desde una perspectiva del desarrollo bio-antropológico, donde el movimiento del ser humano es característico de habilidades motoras cada vez más específicas que posibilitan la integración del individuo consigo mismo y con la sociedad. En ese acto motor específico y diferenciador del ser humano, un hito evolutivo es la adquisición de una posición bípeda, posición que le permite, por lo tanto, descubrir su entorno y reconocer su propia corporalidad en un proceso que se integra con la adquisición de la locomoción bípeda y el desarrollo evolutivo del cerebro humano (proceso de encefalización), por tanto, el ser humano indisociable de su corporalidad se comprende en su desarrollo evolutivo como en su “proceso vital” de motricidad, expresión de su conducta bípeda y su medio de locomoción (marcha humana).

Por ello, en este estudio se pretenderá consensuar las bases teóricas de la funcionalidad kinésica bajo la mirada de la medicina evolutiva y funcional.

3| DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

La medicina evolutiva es un área virgen en el cual se basa el cambio de paradigma de la medicina actual. En ella se busca entender de dónde venimos, para qué estamos hechos y porqué hoy en día padecemos de un sinfín de patologías.

En los últimos años la medicina evolutiva logró numerosos avances en el tratamiento y la prevención de un gran número de patologías crónicas no transmisibles como el cáncer, la diabetes y enfermedades autoinmunes de todo tipo, como Alzheimer, Parkinson y artritis, entre otras (1)(2)(3)(4).

Por otro lado, la medicina funcional también es un área en auge. Ésta, abandona la mirada clínica de las patologías y comienza a focalizarse en el correcto funcionamiento de los diferentes sistemas del cuerpo humano, para que solucione los problemas mediante sus propios mecanismos, y no tratando síntomas con fármacos. Se busca brindarles a los pacientes las mejores condiciones posibles para que el organismo responda de forma adecuada a las potenciales amenazas para su salud.

Ambos campos de la medicina están logrando resultados asombrosos y sin la necesidad de intervenciones invasivas, con efectos adversos y muy costosas para todo el sistema de salud (5).

Muchas de las patologías del sistema osteo-artro-miofascial pueden considerarse dentro de las enfermedades crónicas no transmisibles, ya que no dependen de un agente patógeno o un único evento desfavorable que signifique un daño considerable para la salud.

El sedentarismo, las alteraciones posturales, las asimetrías producidas por gestos deportivos y el entrenamiento inadecuado son algunos de los factores que proporcionan un entorno nocivo para la salud del ser humano y desencadenan eventos patológicos en el sistema osteo-artro-miofascial.

En el ámbito de la Kinesiología aún no se utilizan con claridad y consenso estas corrientes de pensamiento para abordar las patologías y/o alteraciones

biomecánicas. La mirada de los abordajes convencionales se centra en la lesión estructural siendo un abordaje reduccionista. Y, por otro lado, los abordajes kinésicos funcionales utilizan bases teóricas variadas sin un consenso establecido y con marcos teóricos que no se focalizan sobre las funciones que debería cumplir el cuerpo según su estructura.

Los objetivos planteados en este trabajo pretenden contribuir a la formación de una kinesiología actualizada, con una mirada superadora que logre integrar todas las corrientes de abordaje con bases teóricas concordantes a fin de dejar de dividir la profesión en diferentes subunidades.

4| OBJETIVOS

3.1| Objetivos generales

1) Reinterpretar el concepto de funcionalidad en el abordaje kinésico “funcional” bajo la mirada de la medicina evolutiva y funcional.

3.2| Objetivos específicos

- a) Analizar la evidencia que respalda la relación estructura-función en el sistema osteo-artro-miofascial de nuestra especie.
- c) Relacionar el concepto de estructura-función con el de “funcionalidad kinésica”.

5| JUSTIFICACIÓN

El analizar los abordajes funcionales más utilizados en la actualidad en el ámbito de la kinesiología y el acondicionamiento físico bajo la lupa de estos enfoques, permite generar un aporte importante para establecer un consenso sobre las bases teóricas que deberían respetar los abordajes para considerarse funcionales.

La evolución ontogenética no debe ser utilizada como base teórica para abordajes en adultos, debido a que las características estructurales y funcionales de niños en desarrollo no son las mismas que las de un adulto. Por ende, esta base teórica se reduce a una población específica.

Sin embargo, la evolución filogenética permite trabajar con una población ampliamente mayor, debido a que todos los seres humanos devienen del mismo origen, y los abordajes que respeten los orígenes de toda una especie, serán efectivos ya que esa población tiene características estructurales y funcionales prácticamente idénticas.

Estos conocimientos podrán ser utilizados tanto con fines terapéuticos como preventivos, ya que no están focalizados en tratar síntomas o agentes patógenos, sino que su fin es potenciar las funciones de los sistemas propios del ser humano para que tenga una mejor relación con el entorno y pueda defenderse ante los agentes o estímulos que atenten contra la salud.

Brindar bases teóricas al abordaje kinésico funcional que logren relacionar la estructura del cuerpo humano con las funciones para las cuales está diseñada, generará un entendimiento del movimiento humano de manera integral y dará lugar a la creación de abordajes con resultados sólidos y duraderos.

6| MARCO TEÓRICO

6.1| Concepto de Funcionalidad

Al buscar la palabra “funcional” en el diccionario de la Real Academia Española, se concluye en una serie de definiciones de las cuales se destacan las siguientes:

1. adj. Perteneciente o relativo a la función o a las funciones.
2. adj. Dicho de una cosa: Diseñada u organizada atendiendo, sobre todo, a la facilidad, utilidad y comodidad de su empleo.
3. adj. Dicho de una obra o de una técnica: Eficazmente adecuada a sus fines.
4. adj. Perteneciente o relativo a las funciones biológicas o psíquicas. Recuperación funcional.

Las cosas están diseñadas u organizadas con el objetivo de realizar actos para un fin determinado con la mayor facilidad y comodidad. Para que un objeto u organismo se considere funcional debe ser adecuado a los fines para los que está hecho.

Se entiende a partir de estas definiciones que aquello a lo que se llame funcional en lo que refiere a rehabilitación en salud, responde a las funciones biológicas o psíquicas de cada especie (6).

Para poder definir cuáles son las funciones biológicas de la especie humana, se debe realizar un análisis minucioso de la Relación Estructura – Función (REF) de los diferentes componentes del cuerpo del ser humano.

La manera de entender cuál es la REF de estos componentes es analizarlo desde la formación de las características específicas de nuestro cuerpo. Aquí es donde interviene la biología evolutiva, y al aplicar los conocimientos de esta área

a la salud y enfermedad del ser humano se creó lo que se conoce como Medicina Evolutiva.

6.2| Medicina evolutiva

La medicina evolutiva es el campo que aplica principios de la biología evolutiva a la salud y patología. Aun es un campo incipiente, pero en crecimiento. Ha crecido exponencialmente desde la década del 90, contribuyendo en el entendimiento de ciertos aspectos relacionados a la salud humana que incluyen: envejecimiento, salud reproductiva, función inmune, enfermedades contagiosas, cáncer, desordenes de comportamiento, salud mental, microbiomas, medicina veterinaria, inflamación y nutrición, entre otros.

Esta perspectiva evolutiva no solo ha demostrado ser una mirada amplia y potente para el avance médico, sino que también se puede utilizar como una base integral para organizar el conocimiento médico que de otra manera permanecería desconectado.

La Medicina Evolutiva fue descrita en el primer trabajo de Nesse y Williams, publicado en 1991, donde discuten la aplicación de los principios darwinianos al hombre y sus enfermedades e indican que la evolución es el marco al que se pueden ligar diversos aspectos de la Medicina. Fueron los primeros en definir la Medicina Darwiniana o evolutiva como una colección de aplicaciones de los principios evolutivos relevantes a la medicina bajo un nombre común. En forma convincente describieron el potencial dormido de la Medicina Evolutiva y ampliaron su interés entre la comunidad médica. (7)

La biología evolutiva es una ciencia básica como la física o la química. No obstante, hay falta de conocimiento sobre su importancia entre diferentes profesionales de la salud, profesores e investigadores científicos.

La historia evolutiva del cuerpo humano parece irrelevante para tratar ciertas patologías, debido a que muchas de ellas necesitan ser atendidas de forma urgente y costosa. Los profesionales de la salud tienden a enfocarse en las bases mecanicistas de las patologías, excluyendo la consideración de las

razones evolutivas. El mecanismo de las patologías y lesiones puede ser importante para mejorar el tratamiento, pero ¿qué tal si prevenimos la patología en primer lugar?

El principio fundamental de la medicina evolutiva es que la selección natural actúa sobre la aptitud de la especie, y no sobre la salud o la longevidad. Nuestra historia evolutiva no causa las enfermedades, pero impacta en el riesgo de contraerlas en entornos particulares, dado que hoy en día vivimos en entornos muy diferentes a aquellos en los que evolucionamos. (8)(2)(3)(4)

“Nada en la biología tiene sentido, excepto a la luz de la evolución” (Theodosius Dobzhansky). Esta afirmación se basa en que la vida es esencialmente el proceso por el cual los organismos vivos usan energía para producir más organismos vivos. Por lo que, si se busca saber por qué nuestra especie luce, funciona o enferma diferente al resto de las especies, es necesario conocer la historia biológica por la cual eso pasa.

Nuestras adaptaciones morfológicas evolutivas, explican cómo funciona el cuerpo normalmente. Considerar la historia evolutiva de nuestra especie ayuda a explicar por qué enfermamos o sufrimos lesiones cuando nos comportamos en formas a las que estamos pobre o insuficientemente adaptados.

El concepto que explica por qué en la actualidad enfermamos de cosas que raramente se encontraban en el pasado, es que una gran parte de las características de nuestro cuerpo eran adaptadas al entorno en el que evolucionamos. Sin embargo, son mal adaptadas al entorno moderno que hemos creado. Este concepto es conocido como “hipótesis de mismatch” (mismatch= discordancia), el cual es el núcleo de este campo emergente de la medicina.

Todas las áreas de la medicina, incluyendo la kinesiología, fallan en prevenir las patologías de mismatch. El hecho de no considerar las nuevas características del entorno como causantes de las enfermedades, genera un círculo vicioso que eleva el índice de prevalencia de las patologías.

Este concepto de círculo vicioso no está directamente relacionado con la evolución biológica, ya que las patologías por mismatch no se traspasan directamente a nuestra descendencia. Sin embargo, es una forma de evolución

cultural ya que lo que sí traspasamos a las próximas generaciones son los entornos, comportamientos y hábitos que nos llevan a padecer patologías por mismatch (9).

Algunos ejemplos de entornos a los que no estamos adaptados son: el calzado moderno, sobreuso de antibióticos, sobreconsumo de carbohidratos y entrenamientos o deportes que llevan a nuestro cuerpo al límite en diferentes aspectos (10)(11)(12). Incluso fallamos en las técnicas que proponemos para llevar a cabo diferentes actividades físicas como la técnica de carrera (13)(14)(15)(16).

6.3| Medicina funcional

La Medicina Funcional (MF) se pregunta cómo y por qué ocurren las enfermedades y busca restablecer la salud abordando la causa principal de esas patologías para cada individuo.

Es un abordaje que conceptualiza la salud y la enfermedad como parte de una continua interacción dinámica entre los sistemas biológicos y el entorno.

Para la MF, recuperar la salud requiere revertir o mejorar la disfunción específica que contribuyó al estado de salud patológico (17). Cada paciente representa una serie de influencias únicas, complejas e interrelacionadas entre el entorno y los hábitos de vida, que hacen posible la aparición de patologías (18).

Aplicando la mirada de la MF a la kinesiología y la rehabilitación física, debemos entender cómo afectan nuestros hábitos de movimiento y el entorno en nuestra salud. Esto implica reconsiderar las funciones para las que estamos diseñados, luego identificar si realmente estamos moviéndonos acorde a ello y si el entorno en el que nos movemos es el adecuado para esas funciones.

6.4| Functional Movement Screen (FMS)

El sistema Functional Movement Screen (FMS) consta de un conjunto de evaluaciones estandarizadas (Figura 1) (19) (20) diseñadas para identificar los patrones compensatorios de los individuos testeados y luego propone un abordaje compuesto por diferentes ejercicios correctivos específicos basados en la previa evaluación (21).

Al atleta se lo clasifica de 0 (cero) a 3 (tres) en cada una de las 7 evaluaciones de FMS, donde 3 corresponde con el gesto logrado correctamente. Aquellos con baja puntuación son los que se están moviendo con compensaciones durante sus actividades diarias y si estas compensaciones no son trabajadas, pueden producir lesión en el mediano o largo plazo.

Es un sistema que suele ser elegido entre los profesionales del ámbito kinésico y del deporte debido a su estandarización y a que se ha logrado mostrar cierta fiabilidad (22) (23).

Tanto la evaluación como el abordaje se basan en el concepto Joint By Joint (JbJ) creado por Gray Cook.

El concepto JbJ es una idea simplificada, donde se plasma una visión integrada de los segmentos y articulaciones corporales. En ella, se describen las necesidades particulares, o las funciones básicas de cada articulación, que son la movilidad y/o estabilidad; y a su vez, se las relaciona a la función o disfunción del movimiento. Algunas articulaciones tienen como necesidad principal la



Figura 1: Son 7 las evaluaciones estandarizadas propuestas por FMS.

movilidad y otras la estabilidad. Las articulaciones móviles y estables se van alternando a lo largo de las cadenas cinéticas (Figura 2) y las tendencias generales de disfunción son la rigidez para las móviles y la pérdida estabilidad o control motor para las estabilizadoras.

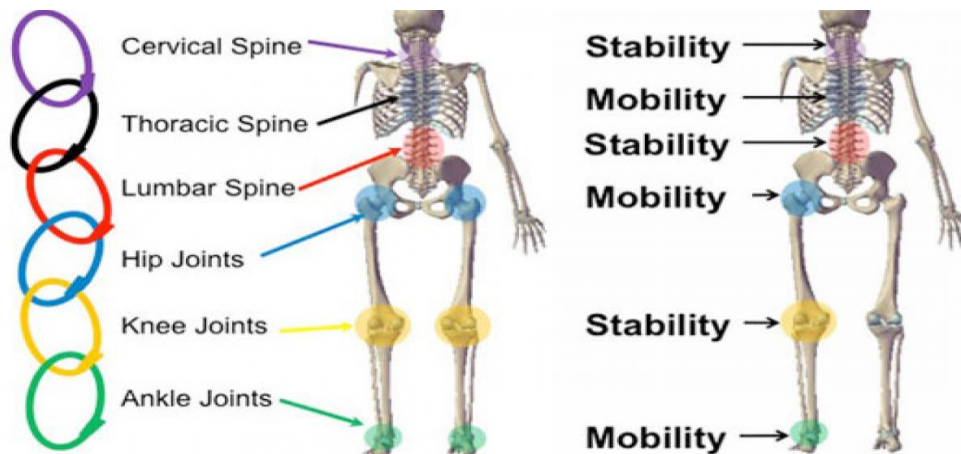


Figura 2: Concepto Joint By Joint. Las funciones principales de las articulaciones son consideradas alternadas.

Movilidad: Involucra a los elementos articulares y musculares en su colaboración para el movimiento. Puede definirse como la capacidad de una articulación de moverse en un determinado rango en el espacio, y en grados de libertad de movimiento específicos. Movilidad se diferencia de flexibilidad, que es definida como la capacidad de los tejidos blandos de ser estirados, sin tener en cuenta la función articular.

Estabilidad: Involucra a las fuerzas musculares, la coordinación y el control motor. Es definida como la capacidad de controlar la fuerza o el movimiento en situaciones estáticas, cuando un segmento permanece estable mientras el movimiento ocurre en otro; o dinámicas, cuando se estabiliza una articulación en uno o varios planos mientras se produce movimiento primario en un plano diferente. Fuerza y estabilidad no son lo mismo. El término estabilidad agrega la capacidad de controlar y sincronizar las fuerzas, estabilizadoras y motoras, en situaciones estáticas o dinámicas, para mantener la integridad estructural en todo momento (24).

El modelo propuesto por Gray Cook focaliza su atención principalmente en las patologías frecuentes de las diferentes estructuras y a partir de ello, define

las funciones principales de cada una de ellas. Observa las alteraciones estructurales y le atribuye su causa a una mala función. Es decir, la REL que el autor realiza, se basa en estructuras patológicas que se corresponden con funciones alteradas. Por ejemplo:

1. El tobillo es una estructura tendiente a la rigidez lo cual altera el movimiento, por lo tanto, podría beneficiarse de mayor cantidad de ejercicios de movilidad y flexibilidad. Esto es evidente en la tendencia común a la falta de flexión dorsal del mismo.
2. La rodilla tiende a perder estabilidad, por lo tanto, podría beneficiarse de ejercicios de estabilidad y control motor. La tendencia a la inestabilidad de la rodilla es lo que lleva a las lesiones en la misma.
3. La cadera tiene una tendencia a la rigidez y por lo tanto, podría beneficiarse de ejercicios de movilidad y flexibilidad. Esto se hace evidente mediante la evaluación de los rangos de movimiento de la articulación coxofemoral principalmente en extensión y rotación interna.
4. La región lumbosacra tiende a perder estabilidad, por lo tanto, podrían beneficiarse de ejercicios que aporten estabilidad y control lumbo-pélvico.
5. La región torácica tiene una tendencia a la rigidez, por lo tanto, podría beneficiarse de trabajos de movilidad y amplitud de movimiento. Los malos hábitos posturales pueden promover la rigidez de esta zona.
6. Las regiones cervicales media y baja tienen tendencia a la inestabilidad, por lo tanto, podrían beneficiarse de ejercicios que aporten estabilidad y control motor.
7. La región cervical superior tiene una tendencia a la rigidez, por tanto, podría beneficiarse de trabajos de movilidad y flexibilidad.
8. La región escapular suele acusar inestabilidad, por lo tanto, podría beneficiarse de trabajos orientados hacia la estabilidad y control motor. El correcto funcionamiento la articulación del hombro depende en gran medida de la estabilidad de la región escapular y la movilidad de la región torácica. Por ello, pese a que esta tiene una tendencia a la rigidez y podría beneficiarse de trabajos de amplitud de movimiento, no debemos olvidar la importancia del trabajo de movilidad de la región torácica y el de estabilidad de la región escapular, con los cuales mejoraremos el

posicionamiento de esta articulación, factor clave para incrementar su amplitud de movimiento.

Entonces Cook, a partir de estructuras patológicas, define articulación por articulación la función principal que debe cumplir cada una de ellas para mantenerse saludable.

Si bien el concepto JbJ aísla las articulaciones para definir sus funciones, FMS intenta aplicar una visión global del cuerpo humano alejándose del enfoque analítico tradicional que visualiza el cuerpo en partes independientes.

En la ciencia una gran parte se divide en partes más pequeñas y manejables para su estudio. A esta forma de estudio se la conoce como reduccionismo en la ciencia.

En el estudio de movimiento, el reduccionismo también está presente y se aíslan diferentes segmentos corporales para analizar su biomecánica, dejando de lado los patrones de movimiento.

La funcionalidad debería ser estudiada de forma integral, teniendo en cuenta los patrones de movimiento, ya que los patrones y las secuencias de movimiento, son el modo en el que operan los organismos vivos. Conforman conjuntos de movimientos singulares unidos y secuenciados para lograr una función específica.

A pesar de que los científicos quieran observar partes aisladas de los patrones para facilitar el entendimiento, FMS intenta proponer que los profesionales de la rehabilitación deben entender que el cerebro reconoce las secuencias de movimientos y las usa para generar funciones verdaderas y movimiento real.

Ver las partes puede dar claridad, pero observar los patrones promueve un entendimiento global e integrado, ya que el todo es más que la suma de sus partes. Para motivos académicos el reduccionismo puede ser apropiado en términos de entendimiento básico. Sin embargo, si el objetivo es abordar movimiento real y funcional de forma práctica se debe hacer énfasis en la reconstrucción de patrones de movimientos globales.

Por otro lado, se debe considerar la diferenciación entre movilidad y movimiento. El movimiento denota el acto del cuerpo funcionando y cambiando de posición de forma activa. Sin embargo, la movilidad representa el rango de flexibilidad disponible en un solo segmento corporal o grupo de segmentos.

El movimiento está asociado con actividades de todo el cuerpo como el gateo, la marcha o un swing de golf. La movilidad, como pueden ser 180 grados de flexión de hombro, generalmente se raciona a una cantidad específica de libertad direccional de un determinado segmento.

Bajo esta mirada, se puede decir que una movilidad adecuada es necesaria para un movimiento correcto. Sin embargo, una movilidad normal no garantiza un movimiento adecuado. La movilidad es un componente de movimiento, pero éste requiere control motor, lo que incluye estabilidad, balance, control postural, coordinación y percepción.

El abordaje reduccionista en kinesiología abordaría la zona afectada por sí sola sin importar la relación del resto del cuerpo con esa estructura. Esto daría la impresión de que, si solucionamos la lesión de la estructura dañada, el problema estaría resuelto, cuando realmente no es así.

En la práctica llega un paciente con un esguince de tobillo el cual tiene su marcha alterada debido al dolor producido por la lesión. Si esa marcha antiálgica se sostiene en el tiempo el paciente generará un patrón deficiente, y a pesar de que la lesión del tobillo esté resuelta el patrón seguirá estando alterado si no trabajamos sobre él.

6.5| Dynamic Neuromuscular Stabilization (DNS)

La Escuela de Praga de Rehabilitación y Medicina Manual fue creada en el siglo 20 por los más grandes neurólogos/fisiatras de la rehabilitación del movimiento: Profesores Vaclav Vojta, Karel Lewit, Vladimir Janda, y Frantisek Vele.

Sobre la base de los principios del neurodesarrollo y rehabilitación innovadores descritos por estos mentores, Pavel Kolar (fisioterapeuta checo)

ha organizado una serie de protocolos clínicos diseñados para restaurar y estabilizar la función locomotora.

Este nuevo enfoque de rehabilitación llamado Dynamic Neuromuscular Stabilization (DNS) está ganando atención y aceptación rápidamente en el área de rehabilitación y rendimiento deportivo tanto para la prevención como rehabilitación de lesiones por sobreuso.

Según el profesor Kolar, es un enfoque de diagnóstico y tratamiento funcional basado en los principios de la Kinesiología del Desarrollo (KD), es decir, la evolución ontogenética (Figura 3).

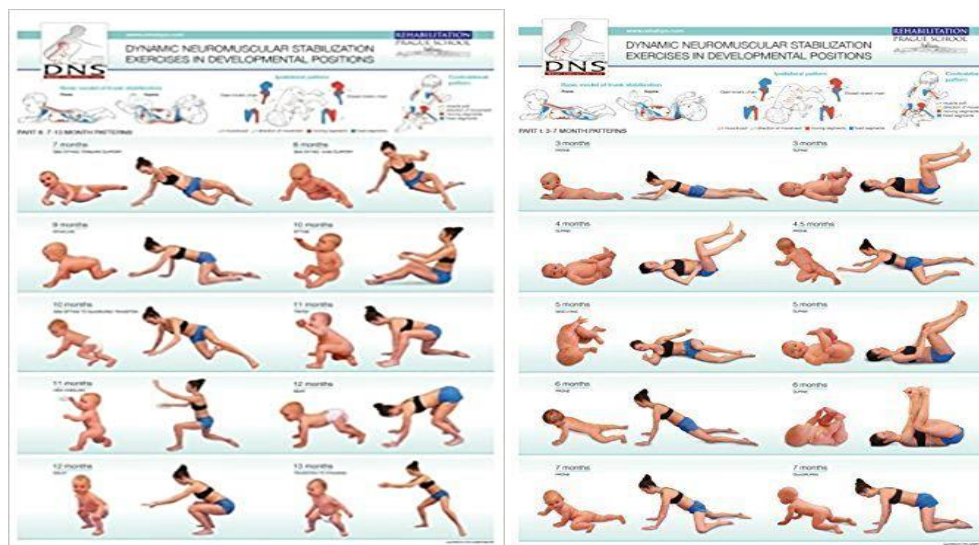


Figura 3: DNS. Patrones de movimientos en el desarrollo replicados en adultos como método terapéutico y evaluativo.

Todos los niños desarrollan habilidades motoras de la misma manera debido a que el desarrollo del movimiento está genéticamente codificado y depende de la función de un sistema nervioso sano.

Según la KD los patrones observados en todos los niños sanos están predeterminados genéticamente (25), es decir que son innatos. Por ello, el concepto de DNS asume que estos movimientos son óptimos y los utiliza como guía para sus protocolos de evaluación y tratamiento.

Todos esos patrones de movimiento planteados por la KD ocurren automáticamente en una secuencia específica durante la maduración del Sistema Nervioso Central (SNC), permitiendo a los infantes el control postural,

lograr una postura erguida en contra de la gravedad y moverse intencionalmente mediante la acción muscular.

Hay una fuerte sincronía entre la maduración del SNC y el desarrollo estructural o anatómico de los huesos, músculos y el resto de los tejidos blandos.

En resumen, la maduración del cerebro influye en el desarrollo de patrones motores, y a su vez el desarrollo estructural (26). Esta relación se hace evidente ante la presencia de una lesión del SNC, donde esta sincronía del desarrollo y la coordinación muscular se ve afectada negativamente.

La premisa fundamental del abordaje de DNS es que la posición de todas las articulaciones depende de la función muscular estabilizadora y la coordinación de los músculos locales y a distancia para asegurar una posición neutra de las superficies articulares de la cadena cinemática.

En los adultos, la postura y la calidad del movimiento a menudo se alteran como resultado de una carga anormal del sistema de movimiento. Esto puede ser causado por movimientos indeseables, deportes, posturas de trabajo sedentarias o como resultado de trastornos ortopédicos, neurológicos u otros.

Para ello, Kolar desarrolló una serie de evaluaciones diagnósticas (27) y de patrones de movimiento terapéuticos basados en los patrones de movimiento propuestos por la KD.

DNS entonces, se basa en la comparación del patrón estabilizador del paciente con el de los bebés sanos. El objetivo es direccionar el tratamiento hacia la restauración del patrón estabilizador alterado del paciente lo más cercano posible a los patrones estabilizadores ideales definidos por la evolución ontogenética de nuestra especie (28).

En contraposición con FMS, el modelo de Kolar centra su atención en la función como el componente clave para un cuerpo sano. Entiende que un sistema nervioso sano promueve funciones básicas que modelarán una estructura saludable. Esas funciones son consideradas primordiales por el simple hecho de presentarse en las edades más tempranas y reproducirse en cualquier niño con un SNC sano. Dicho de otra manera, el modelo de DNS propone que la estructura no es un condicionante fundamental para un

movimiento (función) saludable, sino que el movimiento adecuado es el factor condicionante que para una estructura saludable. Esto, deja entender que cualquier individuo debe ser capaz de reproducir los patrones de movimientos presentes en el desarrollo de niños sanos, sin importar su estructura, para conservar o mejorar su salud. La REL propuesta por DNS es vista en el sentido opuesto a la que propone FMS.

6.6| Sistema miofascial

El sistema fascial consiste en una red tridimensional continua de tejido conectivo fibroso. Entre sus componentes principales se encuentra un gran contenido de fibras colágenas y de elastina, fibroblastos rodeados de una matriz extracelular compuesta por sustancia fundamental hidrofílica y microfibrillas de glucoproteínas. Posee apariencia membranosa e impregna todo el cuerpo.

Se conoce normalmente que existe un sistema fascial superficial y otro profundo los cuales se caracterizan por una gran capacidad de deslizamiento y desplazamiento entre sí y con respecto a otros tejidos.

Este sistema rodea, entrelaza y penetra a todos los órganos y tejidos, dotando al cuerpo de una estructura funcional y proporciona un entorno que permite a todo el cuerpo estrategias para operar de manera integrada (29). Es por ello que para facilitar su estudio se la divide en cuatro grandes grupos:

Fascia subcutánea: Se encuentra bajo la piel en su cara profunda. Esta capa se encuentra tabicada y conecta piel, tejido celular subcutáneo y músculo. Los vasos sanguíneos, linfáticos y los nervios se ramifican en el espesor de esta fascia.

Fascia muscular: A su vez, se puede subdividir en fascia muscular superficial y fascia muscular profunda. La superficial es una membrana conjuntiva que envuelve el músculo separándolo de los músculos vecinos y los separa en grupos funcionales evitando que se rocen y favoreciendo su movilidad. La profunda envuelve a la vez todos los músculos de los distintos grupos musculares de segmentos constituyendo los diferentes compartimentos o septos en una extremidad.

Fascia visceral: Es la capa densa, adventicia de las superficies viscerales.

Fascia vascular: Envuelve los vasos sanguíneos.

La fascia ya no se conoce solamente por sus capacidades protectoras, de sostén, compartimentales y de revestimiento (30). La capacidad de transmisión de fuerza del sistema miofascial es de gran interés para los profesionales especializados en movimiento humano y sus alteraciones (31)(32). La disposición tridimensional, su ubicuidad, y la dirección de sus fibras son las principales adaptaciones que permiten al sistema fascial transmitir fuerza entre diferentes puntos del sistema musculoesquelético (33) (34) (35).

A partir del conocimiento de la capacidad fundamental de transmitir tensión de la miofascia, varios autores se centraron en la descripción de las llamadas cadenas miofasciales. Estas cadenas dan una idea clara de cómo se interrelacionan los diferentes músculos para la realización de determinados gestos motores (Figura 4). Sin embargo, el hecho de existir diferentes autores sobre un mismo concepto pone en discusión cuáles son las cadenas miofasciales que realmente cuentan con evidencia de su existencia y que pueden relacionarse con funciones específicas de los seres humanos.



Figura 4: Cadenas miofasciales según Anatomy Trains

7| DISEÑO METODOLÓGICO

7.1| Tipo de estudio

El presente texto es una revisión de literatura y artículos de investigación científica. Para llevar a cabo dicha revisión se utilizaron diferentes fuentes bibliográficas.

7.2| Estrategias de búsqueda

Como bases teóricas sobre antropología y su relación con la medicina evolutiva se utilizó el libro de Daniel E. Lieberman “The story of the human body”. Por otro lado, como referencia para las bases teóricas sobre la transmisión de fuerza miofascial se utilizó el libro “Anatomy Trains” de Thomas Myers.

En cuanto a los artículos de investigación científica se realizó la totalidad de la búsqueda en PubMed entre los meses de mayo y junio del año 2020. Se utilizó este motor de búsqueda con el fin de obtener relación de los conocimientos en el área de la antropología con los del ámbito de las ciencias médicas.

En primer lugar, se optó por la búsqueda de artículos que relacionan la estructura y la función del ser humano según la antropología. Esta, se realizó a través del nombre de uno de los antropólogos autores de las investigaciones llamado Daniel E. Lieberman seguido por el término “biological evolution” dentro de los términos Mesh de la siguiente manera: “(Daniel E Lieberman) AND (biological evolution[MeSH Terms])”.

En segundo lugar, con el objetivo de aportar información que respalde la existencia de diferentes cadenas miofasciales y su relación con la estructura y función de los seres humanos, se realizó la búsqueda utilizando el termino Mesh “fascia” seguido de las palabras “force transmisión”, de la siguiente manera: “(fascia [MeSH Terms]) AND (force transmission)”.

7.3| Criterios de inclusión y exclusion

Para la búsqueda correspondiente a la relación estructura – función según la antropología, en criterios de inclusión se consideraron artículos desde el año 2000 en adelante y que incorporaran a la especie homo sapiens en ellos.

En cuanto a las referencias sobre el sistema fascial, se incluyeron investigaciones desde el año 2015 en adelante de los cuales se excluyeron los referidos a la anatomía de animales de otra especie.

7.4| Resultados

La búsqueda relacionada a Daniel Lieberman resulto en 30 artículos de los cuales se excluyeron 12 que se centraban solo en comparaciones sobre especies homo previas al homo sapiens y no aportaban información correspondiente a la relación estructura- función del homo sapiens.

Por otro lado, la búsqueda sobre el sistema facial dio 13 resultados de los cuales se excluyeron 2 relacionados a animales de otra especie y 2 más que no contenían información sobre la transmisión de fuerza miofascial. Además, del análisis de la bibliografía de los artículos se utilizó un artículo más.

7.5| Muestra

La muestra final quedó conformada por un total de 28 artículos de investigación científica.

8| RESULTADOS

8.1| Relación estructura – función

La Relación Estructura – Función (REF) es el vínculo entre los aspectos anatómicos (Estructura) con aspectos biomecánicos y fisiológicos (función) de los diferentes componentes del cuerpo.

Cada especie viva presenta ciertas adaptaciones estructurales que le permiten a sus cuerpos funcionar de determinada forma en base a las necesidades que tenga.

Las adaptaciones son variaciones fenotípicas que le permiten a la especie o a diferentes individuos sobrevivir y/o reproducirse por encima del resto, en lo que se conoce como selección natural. Es por ello que los individuos de una población, o de diferentes especies que cuenten con las adaptaciones más favorables (o menos desfavorables) son más exitosos.

Los seres humanos tenemos adaptaciones específicas que definen las funciones principales para las que estamos diseñados. Son aquellas funciones que nos hicieron sobrevivir y reproducirnos por encima del resto de especies y dominarlas (9).

La antropología y la biología evolutiva definen cuáles son esas adaptaciones estructurales y funciones.

Dentro de la muestra de 28 artículos de investigación científica, se catalogarán por temáticas afines para la descripción de los resultados hallados.

8.2| Estructura - función de miembros inferiores

Tres artículos evidenciaron varias características estructurales podales preponderantes en el ser humano mediante la comparación de la estructura del pie de los primates con el de la raza humana. A diferencia de los primates, los

pies humanos disponen de un metatarso y dedos cortos en conjunto con un arco longitudinal (Figura 4). Además, presentan una mayor densidad en la fascia plantar y la capacidad de tensar el medio pie activamente (Figura 5). Otra de las características distintivas es la incapacidad de oponer el primer dedo. Estas características fueron consideradas las principales adaptaciones necesarias para propiciar mayor eficiencia en la marcha y en carrera bípeda de largas distancias en los seres humanos mediante el mecanismo de Windlass (Figura 6) (36) (37) (38).

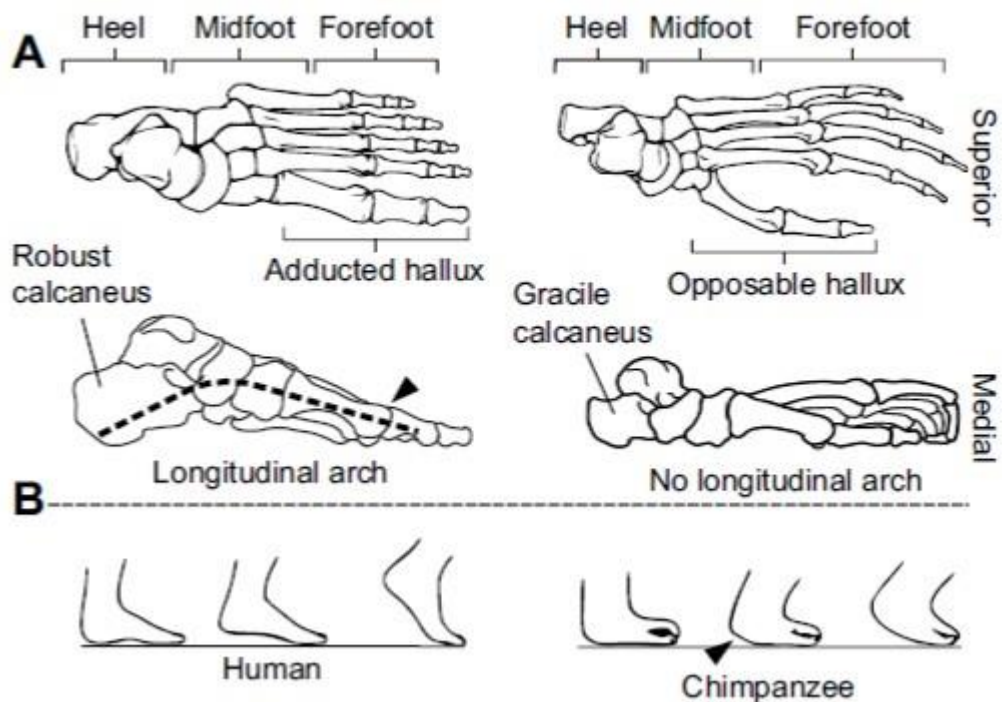


Figura 5: Pie humano vs pie en primates.

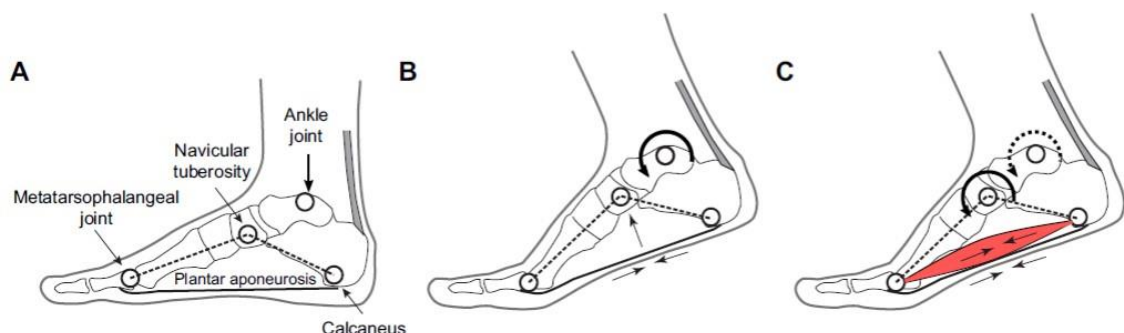


Figura 6: Mecanismo de Windlass.

Por otro lado, un estudio demostró que la longitud del brazo de palanca del tendón de Aquiles de los Homo Sapiens contemporáneos es relativamente más corta que la de los Neandertales (39). El brazo de palanca corto está

condicionado por la longitud del calcáneo, y sumado a la gran longitud del tendón de Aquiles, proporciona un torque o un momento de fuerza que brinda grandes beneficios en la economía de la carrera bípeda y en la amortiguación del impacto. Esto es debido a una mejor administración de energía elástica en este tendón.

Otro estudio evidencio que la tensión elástica almacenada en el tendón de Aquiles contribuye al aumento de la velocidad de la carrera en mayor medida que la contracción muscular de los músculos flexores plantares (40). Es por esto que los músculos plantiflexores priorizan el almacenamiento y liberación de energía elástica a través del tendón de Aquiles por sobre la contracción muscular concéntrica estricta durante las distintas fases de la carrera.

Otra estructura que nos proporciona ventajas en la marcha bípeda es la banda iliotibial (BIT). Según uno de los estudios de Daniel Lieberman, la BIT tiene un rol extremadamente importante en la economía de la locomoción a través de la marcha bípeda debido a su gran capacidad de almacenamiento de energía elástica. Su capacidad de almacenar dicha energía es de 1 J por paso en una velocidad baja de carrera y de 7 J durante una velocidad elevada de carrera (41). Según la evidencia obtenida en este análisis, almacenar esta energía elástica permite un menor gasto energético por contracción muscular en flexo-extensión de cadera y rodilla durante la marcha bípeda del Homo Sapiens.

Además, otro estudio comparó las BITs entre chimpancés y seres humanos. Concluyó que la BIT del ser humano tiene mayor tracción en su unión miotendinosa posterior (Glúteo Mayor), debido a que la locomoción del

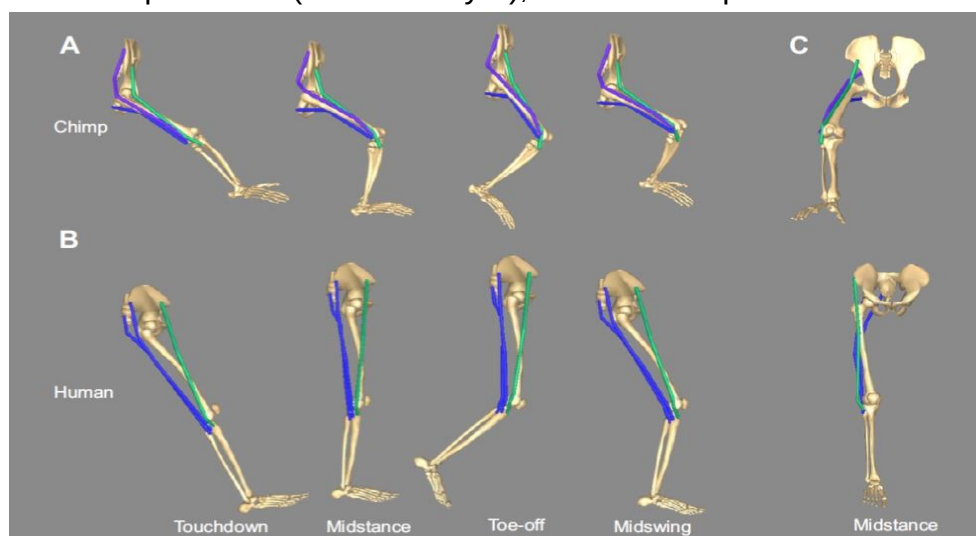


Figura 7: Comportamiento de la BIT en chimpancés vs en seres humanos durante la marcha bípeda.

chimpancé se da en constante flexión de cadera (Figura 7) (42). Esta constante flexión de cadera impide una generación de fuerza mayor por parte de los músculos extensores de esta articulación.

Otro estudio consistió en un análisis cinemático y electromiográfico de la marcha bípeda del ser humano. En él, se observó que el glúteo mayor se activa en la carrera a velocidad y en la marcha de intensidad baja su activación es prácticamente nula.

Habitualmente se considera al glúteo mayor como un musculo que interviene en la extensión y rotación de cadera. Sin embargo, uno de los artículos analizados en esta revisión demostró que también el glúteo mayor interviene en el control de la flexión de tronco y de la fase de balanceo de la carrera (43). Estos aspectos son únicos del glúteo del ser humano, ya que los primates controlan la inclinación de tronco mediante el apoyo de sus miembros superiores. Como consecuencia el volumen del glúteo mayor de los Homo Sapiens es mayor que el de los primates (Figura 8).

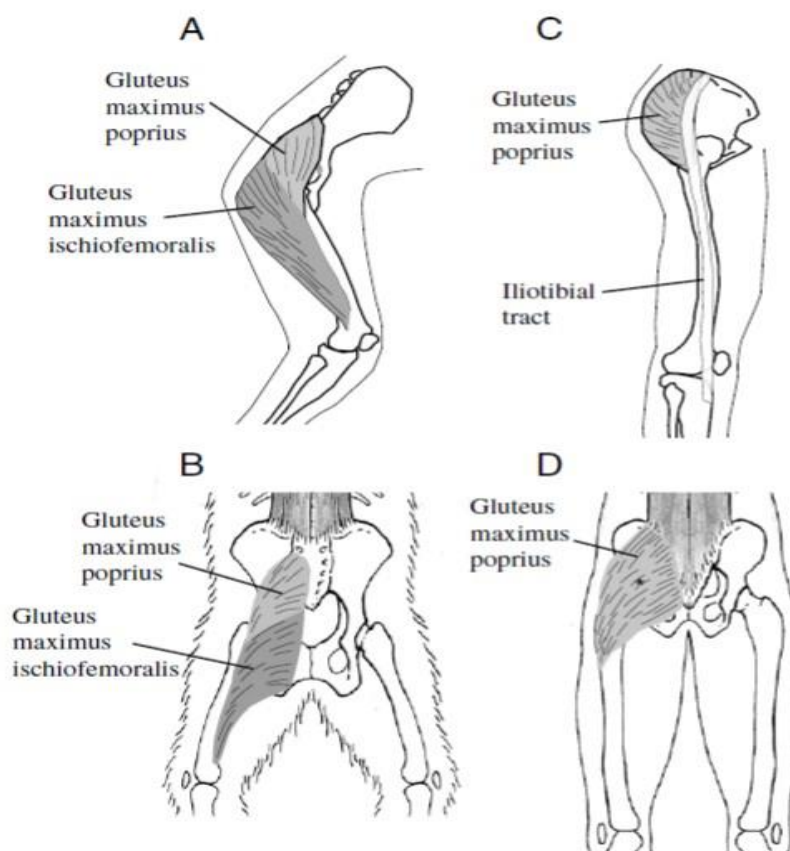


Figura 8: Glúteo máximo en chimpancés vs seres humanos.

8.3| Estructura – función del tórax

En lo que respecta a la REF del tórax, uno de los estudios analizados comparó mamíferos adaptados para los gastos metabólicos grandes, como las carreras de resistencia o actividades físicas prolongadas, y algunos mamíferos que no lo están.

Se observó, que los adaptados a este gasto metabólico elevado, tienen una confección del tórax con algunas diferencias respecto al resto. Estas diferencias son a causa de la necesidad de mover un mayor volumen de oxígeno ante una demanda prologada o elevada.

La adaptación que permitió a estos mamíferos ser efectivos en estas actividades es una relación morfológica cóncavo – convexa más marcada en las articulaciones costovertebrales. Esta adaptación anatómica permite mayor movilidad a las costillas, lo que facilita la expansión de todos los diámetros del tórax (Figura 9) y por lo tanto mover un mayor volumen de oxígeno cuando sea necesario (44).

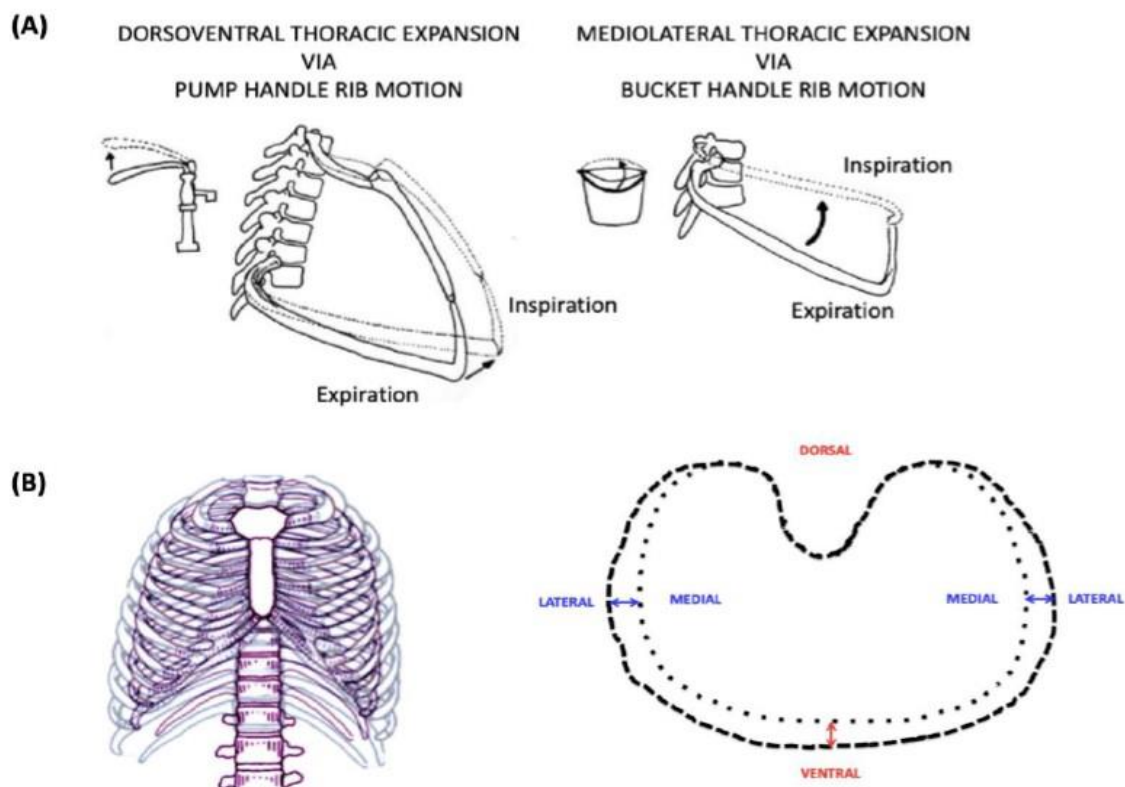


Figura 9: Cambios en los diámetros del tórax humano gracias a sus adaptaciones evolutivas.

8.4| Estructura – función de miembros superiores

Respecto a los miembros superiores hubo tres estudios contemplados en la muestra.

Uno de ellos, estableció que el ángulo de retroversión humeral es otra adaptación estructural útil para contemplar la REF. Según el estudio, este ángulo, condiciona al rango de movimiento (ROM) de hombro en el plano transversal. Es decir, un menor ángulo de retroversión permite un mayor rango de movimiento en rotación externa escapulohumeral, mientras que reduce el ROM en rotación interna (45).

Esta ventaja en rotación externa, sumada a la orientación lateral de la glena escapular y la capacidad del torso de rotar sobre la pelvis, explicó por qué nuestra especie posee la capacidad única de lanzar a una gran velocidad y con gran precisión.

Esto, fue establecido en otro de los tres estudios contemplados sobre el miembro superior, donde se observó que la rotación glenohumeral externa en conjunto con la rotación del tronco sobre la pelvis, permite almacenar una gran cantidad de energía elástica en diversos componentes miofasciales a lo largo del cuerpo en la fase de carga del lanzamiento. Esa energía luego es liberada en la fase final del lanzamiento, evitando un gasto energético elevado por contracción muscular (46).

El último de los tres estudios relacionado a los miembros superiores, centro su análisis en la orientación de la cavidad glenoidea escapular. Se observó que la orientación lateral de la glena del género Homo Sapiens dispone las fibras de los pectorales en una mayor horizontalidad que la de los chimpancés (Figura 10), lo cual permite un ángulo de brazo de palanca entre el humero y el torso más cercano a los 90° y por lo tanto más eficiente, eficaz y efectivo.

Todas estas características están presentes desde los Homo Erectus, primeros homínidos en practicar la caza para conseguir alimento, hace aproximadamente 2 millones de años.

Finalmente los estudios sugieren que la capacidad única de la raza humana para lanzar con tanta precisión, distancia y fuerza fue y es determinante en la evolución del movimiento de nuestra especie (47).

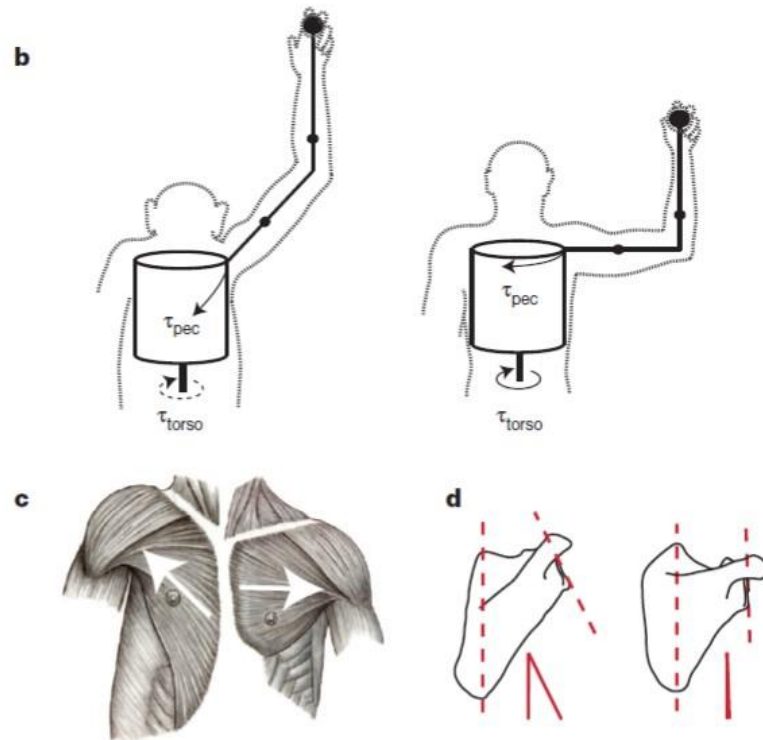


Figura 10: Orientación de glena y fibras pectorales de chimpancés vs humanos.

8.5| Estructura – función del sistema miofascial

Cuatro trabajos de investigación (48) (49) (50) (51) demostraron evidencia de la interrelación entre el glúteo mayor, dorsal ancho contralateral y fascia lata dejando en claro la existencia de las llamadas línea funcionales oblicuas (52) o también llamadas cadenas dinámicas cruzadas (Figura 11).

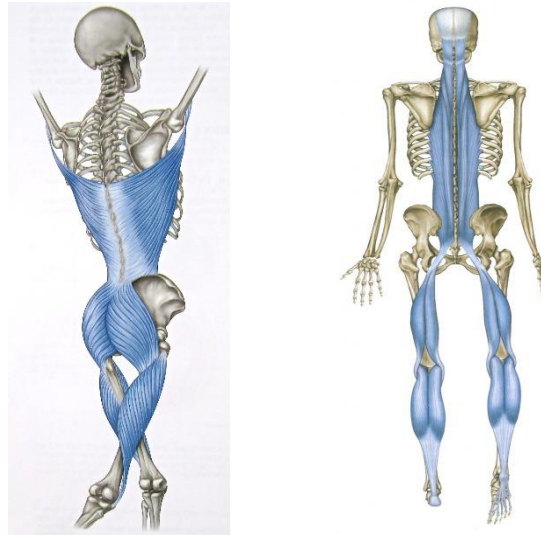


Figura 11: Línea funcional oblicua posterior y línea superficial posterior

Tres trabajos dejaron evidencia sobre la conexión miofascial entre la musculatura suboccipital, ligamento nual, ligamento sacrotuberoso, isquiosurales, gemelos y fascia plantar (53)(54)(55). Todos ellos, componentes de la llamada línea superficial posterior o cadena de extensión (Figura 11).

Las tres investigaciones restantes (56)(57)(58) concluyeron en evidencia de la conexión existente entre la miofascia de los miembros superiores, la formación de diferentes líneas o cadenas miofasciales y la importancia de estas es en el almacenamiento y liberación de energía elástica en la marcha, la carrera y el lanzamiento.

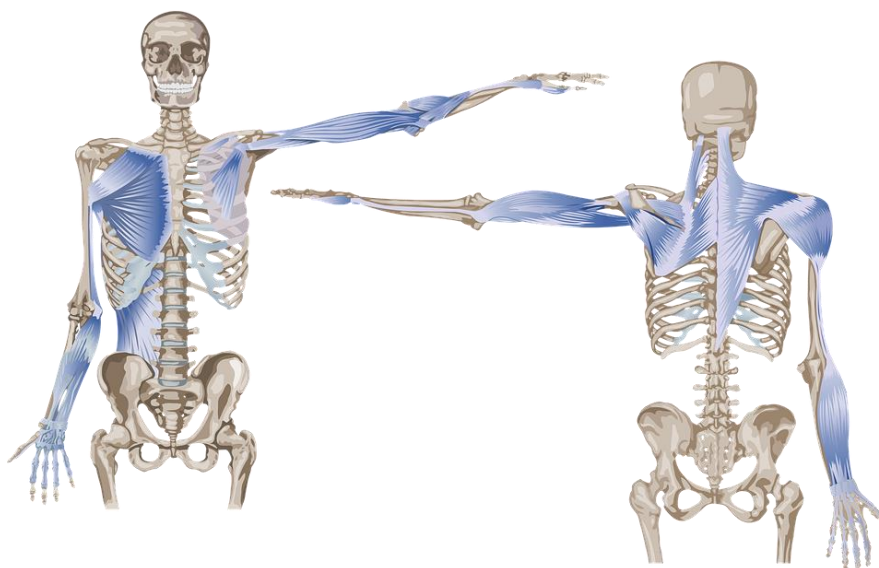


Figura 12: Líneas de los brazos.

8.6| Otras adaptaciones

Dos investigaciones destacaron tres adaptaciones principales para favorecer la termorregulación durante periodos prolongados de alto gasto metabólico. Estas adaptaciones estructurales son la reducción del pelaje, la disposición de la vía aérea superior que favorece la turbulencia del flujo aéreo y la mayor presencia de glándulas sudoríparas (59)(60). Además, ambos estudios establecieron 3 adaptaciones que contribuyen a la estabilización de la cabeza durante la postura y la marcha bípeda. Estas adaptaciones son: la reducción en el tamaño del “hocico”, el aumento de tamaño de los canales semicirculares anterior y posterior y la presencia de un ligamento nuchal de gran tamaño

Por último, tres estudios concluyeron en que todas las adaptaciones estructurales previamente analizadas, hacen a los seres humanos fundamentalmente para caminar y correr de manera bípeda y lanzar objetos. (61)(62)(63)

9| DISCUSIÓN

En la búsqueda de soluciones o prevención de lesiones musculoesqueléticas a lo largo del tiempo, el estudio biomecánico fue evolucionando. Como en el resto de las ciencias de salud, se comenzó intentando encontrar la solución a los problemas con pensamientos reduccionistas, avocados a una sola articulación, músculo o incluso simplemente al mecanismo lesional.

Los abordajes funcionales fueron tomando partida con el avance de los conocimientos científicos. Fueron creados a partir de la observación de los escasos resultados proporcionados por estos pensamientos reduccionistas. Su objetivo principal es entender la globalidad del cuerpo y cómo integrar las distintas partes que componen los patrones de movimiento. Este factor trajo muchos beneficios, pero también presenta ciertas limitaciones hasta el momento.

Si bien la intención es comprender al cuerpo humano como un todo, los conceptos “funcionales” planteados por los autores de FMS y DNS siguen siendo reduccionistas en ciertos aspectos. La “integración” de los diferentes sistemas y movimientos del cuerpo es una condición necesaria pero no suficiente para considerar un gesto como funcional.

Por un lado, en las evaluaciones propuestas por FMS, se observa que son gestos “forzados”, en los cuales las personas no se encuentran comúnmente durante situaciones reales, salvo en contadas ocasiones. Para que una evaluación o terapéutica sea considerada funcional no alcanza solo con prestar atención a varias articulaciones o grupos musculares diferentes en simultaneo, sino que debe respetar las características del organismo que estamos observando. Es decir, si estamos en la búsqueda de mejorar la función de un perro, no se debe evaluar al perro caminando sobre dos patas. Si bien es un gesto que el perro puede ser capaz de lograr, no es su prioridad como especie, y no es lo que le va a traer ventajas en el desempeño diario, salud y/o supervivencia.

Además, FMS propone que ante la presencia de dolor o incapacidad de lograr los gestos el individuo debe ser derivado a un profesional capacitado. Éste, es

otro punto en el sistema creado por Gray Cook que presenta limitación en su alcance y deja población excluida.

Por otro lado, desde la perspectiva de DNS, también tenemos un repertorio de gestos “forzados” en los cuales un individuo adulto se encuentra en muy escasas ocasiones. ¿Cuánto tiempo del día un adulto se encuentra en diferentes decúbitos en el suelo o la cama? Son muy pocos. Además, al comparar la motricidad de los niños en desarrollo en los gestos que un adulto desempeña habitualmente, se observa una muy baja eficacia, eficiencia y efectividad. Es decir, ¿quién querría imitar los patrones de movimiento de una persona que se tambalea para caminar y no coordina lo suficiente como para poder correr?

Sin embargo, la mayor limitación en la comparativa de pacientes o individuos adultos con niños en desarrollo está dada por las diferencias estructurales entre ambos grupos. Los niños en desarrollo presentan formaciones óseas incompletas y una mayor hidratación en los tejidos. No se puede esperar la misma calidad y amplitud de movimiento en ambas poblaciones ante la presencia de semejantes diferencias.

La existencia de patrones de movimiento comunes entre la población durante el desarrollo no implica que vayan a ser los patrones prioritarios a lo largo de toda nuestra vida. El hecho de que aparezcan primeros no quiere decir que sean los más importantes para desempeñarnos como adultos. Simplemente están presentes debido a que pertenecemos a las especies que nacen sin el desarrollo completo del SNC. La expectativa de vida mundial es de 72 años, ¿Cuántos tiempo dentro de esos 72 años están presentes los patrones de movimiento del desarrollo? ¿y cuánto tiempo dentro de esos 72 años está presente la postura y marcha bípeda? La diferencia es notoria y sin embargo, DNS pone el foco en los patrones que se utilizan en un periodo muy corto de nuestra vida.

Si bien en la actualidad la especie humana no tiene las mismas necesidades de movimiento que cuando se vivía en la naturaleza, el diseño de nuestro cuerpo esta dado en base a esas necesidades. Todas las especies presentan adaptaciones estructurales que le confieren la capacidad de reproducirse y sobrevivir por encima de otra especie. Si no se respetan las funciones para las cuales la estructura está diseñada, ésta sufrirá algún tipo de daño.

El enfoque desde la medicina evolutiva propone darle prioridad a la REF de nuestro cuerpo. Al tener un entorno e intereses diferentes a los del homo sapiens de hace miles de años, se pierde el foco sobre esas prioridades y se adquieren hábitos que terminan siendo nocivos para nuestra estructura. El tipo de entrenamiento que llevamos a cabo, nuestras posturas laborales y cotidianas, la indumentaria y tecnología que utilizamos, nuestro manejo del estrés y por su puesto los abordajes kinésicos, no presentan bases teóricas que tomen en cuenta la real REF y esto se ve reflejado en la salud de nuestra población.

Según la información analizada en el presente trabajo, esos patrones de movimiento para los cuales estamos principalmente diseñados son la bipedestación, la marcha bípeda y los lanzamientos. No quiere decir que no podamos incorporar patrones diferentes a esos tres, sino que ellos deben ser prioridad en nuestras sesiones de entrenamiento, protocolos terapéuticos y preventivos.

Al entender los pro y contras de los métodos funcionales expuestos y analizarlo desde la evolución filogenética, se concluye en que las condiciones necesarias y suficientes para considerar un abordaje dentro de la categoría “funcional” son: La integridad o globalidad en el movimiento y la prioridad de patrones de movimiento de la población específica a trabajar.

10| CONCLUSIÓN

Mediante la comparación de la estructura de los seres humanos y los chimpancés, se constataron variaciones fenotípicas que nos caracterizan y diferencian como especie. Entre ellas se destacan las características óseas, la disposición y composición de los tejidos blandos elásticos (tendones y el tejido fascial) y disposición de las carillas articulares, entre otras. Por ende, los resultados de las investigaciones antropológicas establecen que las funciones primordiales del homo sapiens son la bipedestación, la marcha bípeda y los lanzamientos.

Los aportes proporcionados por los abordajes kinésicos funcionales podrían tener una potencial mejora en su efectividad si se priorizaran los patrones de movimiento que nos definen como especie en conjunto con la integración y globalidad del movimiento que ellos proponen.

En la actualidad se han incorporado minuciosamente los conocimientos sobre el sistema fascial al área de la terapia manual. Sin embargo, es importante la incorporación de estos conocimientos con la misma intensidad de detalle en la conceptualización del movimiento. Si bien los avances en las investigaciones sobre biomecánica y sistema fascial crecen rápidamente por separado, relacionar ambas áreas es lo que se está intentando lograr en los últimos años. Es en esta brecha, en la que la biología evolutiva puede marcar la diferencia y crear una relación óptima entre los conocimientos del movimiento y del sistema fascial.

Gran parte de la evidencia expuesta demuestra la capacidad de almacenar y liberar energía elástica de los diferentes tejidos blandos para economizar el movimiento y de cómo se transmite esa energía en puntos distantes. Este concepto se aplica en ciertos aspectos de los abordajes actuales como en las elongaciones balísticas precompetitivas y en la pliometría. Sin embargo, los contextos en los que se aplican estas elongaciones y el trabajo pliométrico, no se relacionan con los contextos de movimiento para los cuales están diseñados los tejidos blandos (caminar, correr y lanzar). Además, a estos conceptos de

manejo de energía elástica se los suele usar como complemento de trabajos analíticos, sin embargo, deberían considerarse prioritarios al aplicarse en programas preventivos y terapéuticos. Muchas veces a los ejercicios analíticos se los combina con “ejercicios de transferencia” en donde se utiliza la fuerza elástica y la potencia; Los llamados “ejercicios de transferencia” deberían ser los principales en los protocolos preventivos y terapéuticos, así como en las sesiones de entrenamiento.

Bajo estos resultados se sugiere que los abordajes funcionales consideren dentro de sus bases teóricas las prioridades biomecánicas de la especie determinadas por el diseño estructural. También, se debe aplicar con el mismo detalle las propiedades del sistema fascial en el análisis del movimiento como se viene dando en la aplicación de terapia manual, sobre todo su capacidad viscoelástica capaz de transmitir y economizar fuerzas activas en el movimiento real.

La kinesiología por definición etimológica es el estudio del movimiento y su aplicación terapéutica, sin embargo, a lo largo de mi formación como en esta carrera, la tendencia es a aplicar los nuevos conocimientos hacia la terapia manual y se le deja de lado la importancia al movimiento. Pasamos gran parte del día en movimiento o posturas en las que debemos mantenernos íntegros para evitar sufrir un deterioro excesivo. Considero que la terapia manual contribuye enormemente a ello, pero si el movimiento no se reeduca correctamente, solo vamos a estar emparchando los síntomas momentaneamente.

9| BIBLIOGRAFÍA

1. Lieberman LS. Dietary, evolutionary, and modernizing influences on the prevalence of type 2 diabetes. *Annu Rev Nutr.* 2003;23:345–77.
2. Gluckman PD, Low FM, Buklijas T, Hanson MA, Beedle AS. How evolutionary principles improve the understanding of human health and disease. *Evol Appl.* 2011;
3. Rühli F, van Schaik K, Henneberg M. Evolutionary medicine: The ongoing evolution of human physiology and metabolism. *Physiology.* 2016;31(6):392–7.
4. Corser N. To what end, evolutionary medicine? *Cmaj.* 2018;190(39):E1173.
5. Seyfried TN, Flores RE, Poff AM, D'Agostino DP. Cancer as a metabolic disease: Implications for novel therapeutics. *Carcinogenesis.* 2014.
6. Real Academia Española (RAE). *Diccionario De La Lengua Española: Bio. Diccionario de la Lengua Española (DLE) Edición del Tricentenario.* 2002.
7. Romero FR, Farías JM. La medicina evolutiva o darwiniana. *Rev la Fac Med.* 2014;57(2):5–14.
8. Grunspan DZ, Nesse RM, Barnes ME, Brownell SE. Core principles of evolutionary medicine: A Delphi study. *Evol Med Public Heal.* 2018;2018(1):13–23.
9. Lieberman DE. The story of the human body: evolution, health, and disease.
10. Aibast H, Okutoyi P, Sigei T, Adero W, Chemjor D, Ongaro N, et al. Estructura y función del pie en adolescentes habitualmente calzados y descalzos en Kenia. *Curr Sports Med Rep [Internet].* 2017;16(6):448–58.
11. Lieberman DE. What we can learn about running from barefoot running:

- An evolutionary medical perspective. *Exerc Sport Sci Rev*. 2012;40(2):63–72.
12. Lieberman DE. Human evolution: Those feet in ancient times. *Nature*. 2012;483(7391):550–1.
 13. Lieberman DE, Venkadesan M, Werbel WA, Daoud AI, Dandrea S, Davis IS, et al. Foot strike patterns and collision forces in habitually barefoot versus shod runners. *Nature* [Internet]. 2010;463(7280):531–5.
 14. Wallace IJ, Koch E, Holowka NB, Lieberman DE. Heel impact forces during barefoot versus minimally shod walking among tarahumara subsistence farmers and urban Americans. *R Soc Open Sci*. 2018;5(3).
 15. Lieberman DE, Warrener AG, Wang J, Castillo ER. Effects of stride frequency and foot position at landing on braking force, hip torque, impact peak force and the metabolic cost of running in humans. *J Exp Biol*. 2015;218(21):3406–14.
 16. Addison BJ, Lieberman DE. Tradeoffs between impact loading rate, vertical impulse and effective mass for walkers and heel strike runners wearing footwear of varying stiffness. *J Biomech* [Internet]. 2015;48(7):1318–24.
 17. Institute for Functional Medicine. What is Functional Medicine ? *Inst Funct Med*. 2014;
 18. Quinn DSJ and S. Introduction to Functional Medicine. The Institute for Functional Medicine. 2014.
 19. Cook G, Burton L, Hoogenboom BJ, Voight M. Functional movement screening: the use of fundamental movements as an assessment of function - part 1. *Int J Sports Phys Ther* [Internet]. 2014;9(3):396–409.
 20. Cook G, Burton L, Hoogenboom BJ, Voight M. Functional movement screening: the use of fundamental movements as an assessment of function-part 2. *Int J Sports Phys Ther* [Internet]. 2014;9(4):549–63.
 21. Cook G, Burton L, Fields K. The Functional Movement Screen and Exercise Progressions Manual. 2006.

22. Kiesel K, Plisky P, Butler R. Functional movement test scores improve following a standardized off-season intervention program in professional football players. *Scand J Med Sci Sport*. 2011;21(2):287–92.
23. Minick Ki, Kiesel Kb, Burton L, Taylor Rj. Interrater reliability of the functional movement screen. *Strength Cond [Internet]*. 2010;24(2):479–86.
24. Cook, Gray E. Movement Functional Movement Systems: Screening, Assessment and Corrective Strategies. *Journal of Chemical Information and Modeling*. 2010.
25. Kobesova A, Kolar P. Developmental kinesiology: Three levels of motor control in the assessment and treatment of the motor system. *J Bodyw Mov Ther [Internet]*. 2014;18(1):23–33.
26. Importance of Developmental Kinesiology for Manual Medicine Pavel Kolář, 1996 Dpt. of Rehabilitation, University Hospital Motol, Prague, Czech Republic (*Czech Journal of Rehabilitation and Physical Therapy*). 1996;
27. Kobesova A, Davidek P, Morris CE, Andel R, Maxwell M, Oplatkova L, et al. Functional postural-stabilization tests according to Dynamic Neuromuscular Stabilization approach: Proposal of novel examination protocol. *J Bodyw Mov Ther [Internet]*. 2020;24(3):84–95.
28. Frank C, Kobesova A, Kolar P. Dynamic neuromuscular stabilization & sports rehabilitation. *Int J Sports Phys Ther [Internet]*. 2013;8(1):62–73.
29. Schleip R, Hedley G, Yucesoy CA. Fascial nomenclature: Update on related consensus process. *Clin Anat*. 2019;32(7):929–33.
30. Wilke J, Schleip R, Yucesoy CA, Banzer W. Not merely a protective packing organ? A review of fascia and its force transmission capacity. *J Appl Physiol*. 2018;124(1):234–44.
31. Findley T, Chaudhry H, Dhar S. Transmission of muscle force to fascia during exercise. *J Bodyw Mov Ther [Internet]*. 2015;19(1):119–23.
32. Wilke J, Vleeming A, Wearing S. Overuse injury: The result of

- pathologically altered myofascial force transmission? *Exerc Sport Sci Rev.* 2019;47(4):230–6.
33. Tamime, Adnan HM. Significance of epimuscular myofascial force transmission under passive muscle conditions. *Ayaq.* 2019;8(5):55.
 34. Bernabei M, Maas H, van Dieën JH. A lumped stiffness model of intermuscular and extramuscular myofascial pathways of force transmission. *Biomech Model Mechanobiol.* 2016;15(6):1747–63.
 35. Blanchard S. *Anatomy Trains: Myofascial Meridians for Manual and Movement Therapists.* Phys Ther Sport. 2014;
 36. Holowka NB, Lieberman DE. Rethinking the evolution of the human foot: Insights from experimental research. *J Exp Biol.* 2018;221(17).
 37. Sichting F, Holowka NB, Ebrecht F, Lieberman DE. Evolutionary anatomy of the plantar aponeurosis in primates, including humans. *J Anat.* 2020;237(1):85–104.
 38. Rolian C, Lieberman DE, Hamill J, Scott JW, Werbel W. Walking, running and the evolution of short toes in humans. *J Exp Biol.* 2009;212(5):713–21.
 39. Raichlen DA, Armstrong H, Lieberman DE. Calcaneus length determines running economy: Implications for endurance running performance in modern humans and Neandertals. *J Hum Evol [Internet].* 2011;60(3):299–308.
 40. Lai A, Schache AG, Lin YC, Pandy MG. Tendon elastic strain energy in the human ankle plantar-flexors and its role with increased running speed. *J Exp Biol.* 2014;217(17):3159–68.
 41. Eng CM, Arnold AS, Lieberman DE, Biewener AA. The capacity of the human iliotibial band to store elastic energy during running. *J Biomech [Internet].* 2015;48(12):3341–8.
 42. Eng CM, Arnold AS, Biewener AA, Lieberman DE. The human iliotibial band is specialized for elastic energy storage compared with the chimp fascia lata. *J Exp Biol.* 2015;218(15):2382–93.

43. Lieberman DE, Raichlen DA, Pontzer H, Bramble DM, Cutright-Smith E. The human gluteus maximus and its role in running. *J Exp Biol.* 2006;209(11):2143–55.
44. Éamon Callison W, Holowka NB, Lieberman DE. Thoracic adaptations for ventilation during locomotion in humans and other mammals. *J Exp Biol.* 2019;222(21).
45. Roach NT, Lieberman DE, Gill TJ, Palmer WE, Gill TJ. The effect of humeral torsion on rotational range of motion in the shoulder and throwing performance. *J Anat.* 2012;220(3):293–301.
46. Roach NT, Venkadesan M, Rainbow MJ, Lieberman DE. Elastic energy storage in the shoulder and the evolution of high-speed throwing in Homo. *Nature [Internet].* 2013;498(7455):483–6.
47. Roach NT, Lieberman DE. Upper body contributions to power generation during rapid, overhand throwing in humans. *J Exp Biol.* 2014;217(12):2139–49.
48. Carvalhais VO do C, Ocarino J de M, Araújo VL, Souza TR, Silva PLP, Fonseca ST. Myofascial force transmission between the latissimus dorsi and gluteus maximus muscles: An in vivo experiment. *J Biomech.* 2013;46(5):1003–7.
49. Antonio S, Wolfgang G, Robert H, Fullerton B, Carla S. The anatomical and functional relation between gluteus maximus and fascia lata. *J Bodyw Mov Ther [Internet].* 2013;17(4):512–7.
50. Krause F, Wilke J, Vogt L, Banzer W. Intermuscular force transmission along myofascial chains: A systematic review. *J Anat.* 2016;228(6):910–8.
51. Dischiavi SL, Wright AA, Hegedus EJ, Bleakley CM. Biotensegrity and myofascial chains: A global approach to an integrated kinetic chain. *Med Hypotheses [Internet].* 2018;110(November 2017):90–6.
52. Myers T. Anatomy Trains and force transmission. In: *Fascia: The Tensional Network of the Human Body.* 2012.
53. Wilke J, Kalo K, Niederer D, Vogt L, Banzer W. Gathering Hints for

- Myofascial Force Transmission Under In Vivo Conditions: Are Remote Exercise Effects Age Dependent? *J Sport Rehabil*. 2019;
54. Wilke J, Niederer D, Vogt L, Banzer W. Remote effects of lower limb stretching: preliminary evidence for myofascial connectivity? *J Sports Sci*. 2016;34(22):2145–8.
 55. Cruz-Montecinos C, González Blanche A, López Sánchez D, Cerda M, Sanzana-Cuche R, Cuesta-Vargas A. In vivo relationship between pelvis motion and deep fascia displacement of the medial gastrocnemius: Anatomical and functional implications. *J Anat*. 2015;227(5):665–72.
 56. Pontzer H, Holloway JH, Raichlen DA, Lieberman DE. Control and function of arm swing in human walking and running. *J Exp Biol*. 2009;212(4):523–34.
 57. Wilke J, Krause F. Myofascial chains of the upper limb: A systematic review of anatomical studies. *Clin Anat*. 2019;32(7):934–40.
 58. Yoshitake Y, Uchida D, Hirata K, Mayfield DL, Kanehisa H. Mechanical interaction between neighboring muscles in human upper limb: Evidence for epimuscular myofascial force transmission in humans. *J Biomech* [Internet]. 2018;74:150–5.
 59. Best A, Lieberman DE, Kamilar JM. Diversity and evolution of human eccrine sweat gland density. *J Therm Biol* [Internet]. 2019;84(May):331–8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2019.07.024>
 60. Kamberov YG, Guhan SM, DeMarchis A, Jiang J, Wright SS, Morgan BA, et al. Comparative evidence for the independent evolution of hair and sweat gland traits in primates. *J Hum Evol* [Internet]. 2018;125:99–105.
 61. Lieberman DE, Bramble DM. Endurance running and the evolution of Homo. *Nature* [Internet]. 2004;432(November):345–52.
 62. Lieberman DE. Human locomotion and heat loss: An evolutionary perspective. *Compr Physiol*. 2015;5(1):99–117.
 63. Lieberman DE, Bramble DM. The evolution of marathon running: Capabilities in humans. *Sport Med*. 2007;37(4–5):288–90.