

Resincronización temporoespacial y rehabilitación

Temporospatial Resynchronization and Rehabilitation

Marisa Hernández Hernández^{1*} <https://orcid.org/0000-0003-1041-2773>

Jorge Enrique Martín Cordero² <https://orcid.org/0000-0002-0610-0040>

Yohyma de la Torre Chávez² <https://orcid.org/0000-0003-3074-2147>

¹Centro Internacional de Restauración Neurológica. La Habana. Cuba.

²Centro de Investigaciones Médico Quirúrgicas. La Habana. Cuba.

RESUMEN

La vida es una combinación de materia y energía, que solo puede existir en el tiempo y el espacio. En los seres humanos, el tiempo está definido por los ritmos biológicos, y el espacio representado por la estructura corporal y los presupuestos y referentes actuales han hecho tomar conciencia de estos fenómenos y esta sistematización tuvo como objetivo indagar sobre las dimensiones del tiempo, el espacio y sus alteraciones para aterrizarlos a la práctica clínica en rehabilitación. Se efectuó una búsqueda documental y bibliográfica, en las que se revisaron diferentes bases de datos y revistas médicas nacionales y extranjeras indexadas lo que permitió su desarrollo y expuso la regulación de los ritmos biológicos, estructura corporal, postura y conceptos que adquieren dimensión particular como biotenseguridad, fasciotenseguridad y mecanotransducción. Es conocido que las alteraciones de los ritmos biológicos y de la biotenseguridad se relacionan con enfermedades crónicas no transmisibles (hipertensión, diabetes, obesidad, cardiopatías, envejecimiento patológico y cáncer) en las cuales estímulos sincronizadores de los ritmos biológicos pueden ser activados desde un programa de rehabilitación. La sistematización permitió concluir que la cronostasis y la biotenseguridad, desde un enfoque integrativo hace posible mejorar la salud y la calidad de vida del paciente, mediante un mapa de actividades y horarios incluidos o integrados al programa de

rehabilitación prevista y contribuye aún más, a la integración del paciente y de la familia a la recuperación.

Palabras clave: ritmos biológicos; ritmos circadianos; biotensegridad; mecanotransducción; resincronización.

ABSTRACT

Life is a combination of matter and energy, which can only exist in time and space. In humans, time is defined by biological rhythms, and space is represented by body structure. Current assumptions and references have raised awareness of these phenomena and this systematization aimed to investigate the dimensions of time, space and their alterations to bring them to clinical practice in rehabilitation. A documentary and bibliographic search was carried out, in which different databases and national and foreign indexed medical journals were reviewed, which allowed its development and exposed the regulation of biological rhythms, body structure, posture and concepts that acquire a particular dimension such as biotensegrity, fasciotensegrity and mechanotransduction. It is known that alterations in biological rhythms and biotensegrity are related to chronic non-communicable diseases (hypertension, diabetes, obesity, heart disease, pathological aging and cancer) in which synchronizing stimuli of biological rhythms can be activated from a rehabilitation program. The systematization allowed to conclude that chronostasis and biotensegrity, from an integrative approach, make it possible to improve the health and quality of life of the patient, through a map of activities and schedules included or integrated into the planned rehabilitation program and contributes even more to the integration of the patient and the family to recovery.

Keywords: biological rhythms; circadian rhythms; biotensegrity; mechanotransduction; resynchronization.

Recibido: 07/08/2024

Aceptado: 06/09/2024

Introducción

La vida es una combinación de materia y energía, que solo puede existir en el tiempo y el espacio. En el caso de los seres humanos, el tiempo está definido por los ritmos biológicos. El pulso cardíaco, la frecuencia ventilatoria, el ciclo sueño-vigilia y el ciclo de alimentación son solo ejemplos de ciclos biológicos internos. Los ciclos internos están estrechamente vinculados a ciclos externos como el ciclo luz-oscuridad a partir de la rotación de la terrestre y de los ciclos ambientales estacionales de un año, por solo mencionar dos ejemplos.^(1,2,3,4,5,6) El espacio, por su parte está representado por la estructura corporal, la que tiene forma y dimensión específica que se mueve y adopta diferentes posturas y ocupa un espacio que de forma simultánea no puede ser compartido.

La comprensión de este nivel de organización se ha enriquecido a partir del estudio, profundización e integración de conceptos, como los ritmos circadianos y la tensegridad, acerca de los cuales se han acumulado referentes y presupuestos científicos que relacionan la sincronización de los ritmos biológicos (cronostasis) y la integridad de la tensión miofascial (biotensegridad), con el estado de salud y la calidad de vida.^(7,8,9,10)

La medicina alopática se ha desarrollado y no siempre tiene en cuenta estos elementos y su influencia en la fisiopatogenia de una gran parte de las afecciones o enfermedades que se atienden a diario en los sistemas de salud. Otros tipos de medicinas milenarias como la medicina tradicional china o la medicina ayurveda, así como la quiropráxia y la osteopatía tienen siempre pendiente la interdependencia entre función y estructura. Sin embargo, el peso de la evidencia, los presupuestos y los referentes han hecho tomar conciencia de estos fenómenos y de que hoy se reconozca que, la pérdida de la sincronización temporoespacial a partir de fenómenos multifactoriales pueda asociarse al incremento de enfermedades crónicas no transmisibles y al envejecimiento patológico.^(9,11,12,13,14,15) Por lo que esta sistematización tuvo como objetivo indagar sobre las dimensiones del tiempo, el espacio y sus alteraciones para aterrizarlos a la práctica clínica en rehabilitación

Métodos

El diseño metodológico de la investigación se adhiere al propósito de mejora constante en las prestaciones y mejoría de la calidad de vida relacionada con la salud de los pacientes atendidos en los servicios de rehabilitación y fisioterapia. Para cumplir con este propósito se efectuó una búsqueda documental y bibliográfica desde marzo de 2019 hasta marzo de 2022, en la cual de manera sistemática se revisaron la base de datos de Infomed, PubMed/Medline, SciELO, Redalyc, Medscape y Elsevier, así como el sitio oficial de gobierno del Ministerio de Salud Pública de Cuba, la base de datos de la sección independiente de rehabilitación y revistas médicas nacionales y extranjeras (Chronobiology International, Frontiers in Physiology, Review Cureus, Life Sciences), indexadas, entre otras. Mientras que para seleccionar la información se utilizaron palabras clave incluidas en el Descriptor de Ciencias de la Salud en idioma inglés o español, como *biologicalrhythms*, *circadianrhythms*, *biotensegrity*, *mechanotransduction*, *resynchronization*.

Consideraciones a tener presente por el rehabilitador

A continuación, se exponen a consideración del rehabilitador, un grupo de elementos relacionados con el funcionamiento normal y las alteraciones de los seres humanos y su correlación con enfermedades crónicas.

Ritmos biológicos

Para comprender la organización temporal de las funciones y su relación con la estructura del ser humano hay que indagar en el proceso de adaptación y una forma posible es a través de los ritmos biológicos.^(7,8)

Los ritmos biológicos se clasifican de acuerdo con su frecuencia en:

- Ritmos circadianos (del latín *circa*, alrededor de, y *dies*, día) tienen una frecuencia aproximada de un ciclo por día, esto significa un período de 20 a 28 horas.

- Ritmos infradianos (del latín infra, debajo de, y dies, día) contemplan una frecuencia menor de un ciclo por día, lo que significa un período menor de 20 horas.
- Ritmos ultradianos (del prefijo latino ultra, más allá, y dies, día) guardan una frecuencia mayor de un ciclo por día, por lo tanto su período es mayor a 28 horas.⁽⁷⁾

El sistema circadiano se encuentra formado por las siguientes estructuras:

- Un reloj biológico que en los mamíferos se sitúa en el núcleo supraquiasmático (NSQ) del hipotálamo (marcapaso central).
- Las vías de entrada o sincronización encargadas de proporcionar al reloj la información de las señales externas. Principalmente el tracto retino-hipotalámico, el que transmite la información luminosa de la retina hacia el NSQ para mantener una congruencia entre el reloj y el medio ambiente.
- Las vías eferentes que transmiten las señales a los sistemas efectores que expresan los diferentes ritmos fisiológicos y conductuales.

Los estímulos sincronizadores del marcapasos central se denominan *ZEITGEBERS*. La actividad del marcapasos central está auxiliada por numerosos osciladores circadianos, tanto centrales (retina u otros núcleos cerebrales) como periféricos (riñón, hígado, tejido adiposo, etc.).⁽⁷⁾

Los principales sincronizadores del sistema circadiano son los siguientes:

- el ciclo luz-oscuridad,
- la alimentación,
- el ejercicio físico
- y las interacciones sociales.

El más importante de ellos es la información luminosa recibida por una subpoblación de células ganglionares de la retina que contienen melanopsina, un pigmento fotosensible generalmente ausente en conos y bastones.

Estas neuronas emiten la información al NSQ del hipotálamo por medio del tracto retino-hipotalámico.⁽⁷⁾ Se conoce que un horario de alimentación regular es capaz de sincronizar a los relojes presentes en el sistema gastrointestinal. En el caso de los elementos sincronizadores no fóticos que actúan sobre otros núcleos cerebrales, como los del rafe que, a través de la producción de serotonina modulan la actividad del marcapasos circadiano central.^(16,17)

Mientras que el ciclo de actividad-reposo en general y el ejercicio físico regular en particular representan un elemento sincronizador muy importante, ya que la regularidad en el patrón diario de actividad mejora el descanso durante el sueño y la calidad de la vigilia, y los convierte en el reflejo de una potenciación general de los ritmos circadianos.

La interacción social, vista como una jornada laboral regular, la relación entre días-laborales y días-descanso y el contacto con familiares y amigos son interacciones consideradas entre los tipos de *zeitgebers* no fóticos que influyen en la sincronización de los ritmos biológicos.⁽⁷⁾

El marcapasos o reloj circadiano central, está en el NSQ del hipotálamo. Un par de núcleos constituidos por aproximadamente 20 000 neuronas muy pequeñas y densamente empaquetadas. La estructura de estos núcleos es heterogénea, con una región dorso medial y una región ventrolateral que recibe la información procedente de las vías de entrada, procesa la información sincronizadora y la transmite a la región dorso medial que actúa como un verdadero marcapasos y pone en hora al resto del organismo.⁽⁷⁾

El NSQ transmiten la información temporal a otras regiones del cerebro que regulan el comportamiento, los sistemas neuroendocrino y nervioso autónomo. Estos "relojes secundarios" a su vez regularán la función en los distintos órganos y tejidos. De este modo, el NSQ marca los tiempos de la fisiología y el comportamiento del individuo, como si de un director de orquesta se tratase, mediante señales nerviosas y humorales.

Dentro de las vías de salida más importantes, se encuentran:

- La vía de señalización de la melatonina, una hormona liberada por la glándula pineal en el período nocturno. Esta hormona es esencial en regular

el sueño, pero tiene influencia, además, en el control de la presión arterial, la regulación autonómica, la regulación del sistema inmunitario, control del peso corporal, del gasto energético. Otros efectos de la melatonina incluyen la desintoxicación de los radicales libres y acciones antioxidantes, que pueden proteger el tracto gastrointestinal de las úlceras.⁽¹⁸⁾

- La vía de señalización que regula el ritmo de temperatura corporal central (temperatura existente en el interior de cabeza, tórax y abdomen).
- La vía de señalización del ritmo de actividad-reposo.⁽⁷⁾

Para mantener en condiciones óptimas el equilibrio interno y su adaptación al ambiente es necesaria una adecuada coordinación de los distintos procesos vitales en el tiempo, desde el nivel molecular hasta el conductual.

Al proceso fisiológico general que se encarga de esta coordinación se denomina cronostasia. Los procesos cronostáticos operan en conjunto con la homeostasis, que mantiene los parámetros fisiológicos dentro de un rango óptimo, el cual es codificado en el valor de referencia del controlador de un sistema de retroalimentación negativa.⁽⁷⁾

Mientras que la reostasis se refiere a los procesos que permiten actualizar el valor de referencia a cambios en las necesidades del organismo o cambios en las condiciones ambientales.⁽⁷⁾

Además, se puede señalar que existe una relación de interdependencia entre cronostasis y homeostasis. Esta relación asegura que los procesos centrales y periféricos se mantengan en los límites apropiados para funcionar a horas determinadas del día.

Igualmente son de interés las modificaciones rítmicas circadianas en la biología del desarrollo. Es decir, los cambios que suceden desde la infancia hasta la edad adulta. Los trastornos de la ritmicidad que se presentan con la vejez hacen que los ritmos circadianos sean menos precisos y que se reduzca su amplitud.⁽⁷⁾

Desincronización y enfermedad

Varios estudios^(11,12,13) han referido que la interrupción del ritmo circadiano podría relacionarse con enfermedades metabólicas, como diabetes, obesidad,

enfermedades neurodegenerativas, cardiovasculares y cáncer. Mientras que su desincronización se ha relacionado con un mayor riesgo de mortalidad por enfermedad cardiovascular y accidentes cerebrovasculares, además de con alteraciones de la memoria, la función cognitiva y el comportamiento.⁽⁷⁾

El equilibrio homeostático se ve alterado por un estilo de vida que favorezca el consumo elevado de alimentos, la baja actividad durante el período activo, la mayor actividad en el período de descanso y un acortamiento en el período de sueño. De hecho, la alteración de los ritmos biológicos podría generar una atenuación de los ritmos circadianos de alimentación, alterar el metabolismo, aumentar la incidencia de enfermedades y reducir la esperanza de vida.^(7,19,20)

Conforme avanza la edad, la desincronización temporal puede resultar en parte por una reducción de la sensibilidad del reloj central a la estimulación retiniana. Además de dicha reducción en la sensibilidad, los relojes en los órganos periféricos requieren significativamente un tiempo mayor para resincronizarse. Una característica del envejecimiento es que el sueño se vuelve más fragmentado y los individuos seniles se despiertan más temprano que los individuos jóvenes. Así, es posible que las alteraciones inducidas por el envejecimiento en relación con la sincronización afecten la coordinación del ciclo sueño-vigilia con el medio ambiente externo.^(7,21) Por lo que un estado cognitivo adecuado depende de la alineación temporal entre el sueño y los mecanismos impulsados por el reloj.

Con el envejecimiento, el compromiso de la maquinaria del reloj local podría reducir la eficiencia de adaptación temporal y el deterioro de la función cognitiva y la depresión en el anciano se asocia con una disminución de la actividad noradrenérgica y serotoninérgica, así como con irregularidades del sueño que se asocian con el riesgo de enfermedad cerebrovascular, diabetes y mayor riesgo cardiovascular.⁽²²⁾

El creciente reconocimiento de la importancia del sueño se refiere a la salud física y a la función cognitiva y afectiva. El desajuste entre el tiempo interno y los horarios sociales da como resultado la desincronización de los hábitos de un individuo⁽²³⁾ que de acuerdo con la importancia de los ritmos circadianos para el funcionamiento fisiológico normal, esta degradación tiene el potencial de acelerar el proceso de envejecimiento y contribuir al desarrollo de una amplia gama de enfermedades

relacionadas con la edad.

Sin embargo, dado que los humanos pueden modificar voluntariamente algunos de estos ritmos de salida (horas de comida, tiempos de descanso y actividad física o ejercicio físico), estos también pueden actuar como señales de entrada que a su vez modifican los relojes de actividad central y periférica. En otras palabras, el sistema circadiano innato e interno está influenciado por factores externos y variables.

Sincronizadores del tiempo y fisioterapia

Como se puede apreciar existe una influencia o un impacto directo de la cronostasis en la salud y la calidad de vida del paciente. Esta dimensión "tiempo" no siempre es tenida en cuenta en la medicina alopática u occidental como se conoce, por lo que es posible desde la fisioterapia y la rehabilitación en un enfoque integrativo hacer una contribución positiva a la salud y a la calidad de vida de los pacientes que acudan al servicio de rehabilitación. Recomendación que puede ser universal y útil al menos en el 100 % de los pacientes que acudan a un servicio de atención primaria de salud.

Sistematizar un horario fijo, específico y conciliado con el paciente de despertar y dormir, tomar 15 minutos de sol temprano, fijar horarios para la alimentación y la toma de los medicamentos indicados, incluso programar en días y horarios fijos, los encuentros sociales con familiares y amigos puede poner la cronobiología en función de la fisioterapia. Para los rehabilitadores más arriesgados y en una segunda etapa, se podría profundizar en la intervención con el apoyo de un termómetro a fin de realizar termografía superficial central y periférica.

Biotenseguridad

La biomecánica actual no tiene una teoría para explicar cómo se pueden mantener separadas o descomprimir las superficies de las articulaciones sinoviales. Por su parte, la medicina osteopática ha hecho énfasis en identificar las causas mecánicas de la enfermedad y comprender la relación estructura-función del cuerpo desde hace más de 100 años.⁽⁹⁾

En esta búsqueda, conceptos como tenseguridad, biotenseguridad y fasciotenseguridad adquieren una dimensión particular,⁽⁹⁾ pero siempre quedando el

desafío a nivel de los sistemas, de que la neurociencia no logra dar cuenta de cómo el sistema nervioso aprende a explotar las muchas características complejas que la evolución ha incorporado a la mecánica de los músculos y las extremidades.

La tensegridad es un concepto que nació a mediados del siglo pasado en el ámbito de la arquitectura y la escultura y que, por su interés, se fue integrando progresivamente en otros campos, al tratarse de un modelo explicativo sobre la estabilidad de las estructuras que difiere de las leyes de Newton y tiene como marco la teoría de sistemas y de la complejidad.⁽¹⁰⁾

Según *Scarr*,⁽¹⁰⁾ al citar a Fuller como acuñador y primer impulsor de la teoría, "la tensegridad es un sistema estructural constituido por elementos de compresión discontinuos conectados por elementos de tensión continuos. Debido a la forma en que se distribuyen las fuerzas tensionales y de compresión en su interior, constituye una estructura estable que es capaz de reaccionar e interactuar de manera dinámica."

Luego *Bordoni* y *Myers*⁽¹⁴⁾ así como *Bordoni*⁽²⁴⁾ y otros señalan que Levin acuñó el término biotensegridad informando el principio subyacente de Fuller en los seres vivos en los que la transmisión de tensión mecánica (activa o pasiva) determina una adaptación constante de la estructura corporal, sin dañar ni deformar la integridad de la forma y función. concepto que se puede aplicar a todo el cuerpo, a un distrito contráctil y a una célula única.

El cuerpo humano es un almacén tridimensional vivo y en movimiento, cuyos elementos dependen de un adecuado equilibrio entre tensión y compresión. Las modernas corrientes de anatomistas y terapeutas manuales (entre los que se incluyen fisioterapeutas y profesionales de la terapia miofascial) emplean alternativas diagnósticas y de tratamiento del organismo como un sistema continuo y global de elementos traccionados, frente a la clásica concepción de un sistema discontinuo y localizado de elementos comprimidos.

Las estructuras biológicas vivas y móviles responden a este sistema cerrado e independiente capaz de conservar la cohesión y la biotensegridad como concepto se aplica a nivel molecular, celular, de tejidos y de órganos, en los que se expresa a través de la mecanotransducción, proceso en el cual una señal mecánica se convierte en bioquímica y que revela una comprensión diferente de la arquitectura

de los organismos biológicos.^(9,25)

La biotensegridad es un modelo mecánico, que toma en consideración la fascia sólida, sin embargo, la fascitensegridad considera la fascia sólida y la líquida. Los fluidos corporales no solo permiten la vida y la continuidad funcional, sino que, en particular, determinan el paso de las tensiones mecánicas más rápido que los músculos y permiten que los mecanismos mecanotransductores se expresen en un entorno correcto.^(14,26)

La hidratación y los líquidos influyen fuertemente en la tensión que produce el tejido miofascial, incluso antes de la contracción celular de los fibroblastos; al depender la rigidez mecánica principalmente del agua y los fluidos corporales testigos de la información mecanotransductiva al permitir la adaptación y la vida, transportando señales bioquímicas y hormonales. Mientras que el tejido fascial sólido divide, sostiene y conecta las diferentes partes del sistema corporal, y el tejido fascial líquido alimenta y transporta mensajes para la fascia sólida.⁽¹⁴⁾

A través de la mecanotransducción, las células especializadas (telocitos y fibroblastos) cambian el estímulo mecánico (torsión, tensión, compresión, estiramiento, flexión y fricción) aplicado durante la actividad física o la intervención manual en actividad química.^(15,27)

Dentro de la importancia biológica de la mecanotransducción se promueven reorganizaciones citoesqueléticas coordinadas que pueden definir cambios de forma en todo el tejido. Estudios proteómicos recientes han revelado que muchos de estos elementos se reclutan para las adherencias focales celulares de una manera dependiente de la fuerza, lo que respalda la opinión de que las adherencias focales albergan una red de procesos mecanosensibles.

Pérdida de la biotensegridad y enfermedad

Múltiples factores contribuyen al deterioro progresivo de la condición física del anciano, en el que el proceso de pérdida de masa muscular (sarcopenia), la disminución de la actividad física sistemática luego de la jubilación, el déficit visual y el déficit auditivo, en particular, si se llega a la tercera edad con enfermedades crónicas no trasmisibles, como la hipertensión arterial, la diabetes. Factores que tienen repercusiones negativas visibles, como la alteración de la movilidad y la

alteración de la postura y que van más allá de la superficie al afectarse la mecanotransducción y la integridad de la tensión y desincroniza la dimensión espacial del cuerpo humano.

Por lo que la biotensegridad gana impulso dentro de la comunidad científica que examina el comportamiento dinámico de las células y sus interacciones con la fascia y la matriz extracelular circundante y de esta forma aumenta la comprensión del cáncer y otras enfermedades.⁽⁹⁾

Este sistema dinámico con sus fases de mecanotransducción permite a las células mecanosensar modificando su microambiente, promoviendo así la remodelación de la matriz extracelular en la homeostasis y en los trastornos tisulares.⁽¹⁴⁾ La manipulación de este equilibrio mecánico, a través de la actividad física podría usarse para promover la regeneración de tejidos.

Estudios^(7,15) han demostrado que diferentes elasticidades de la matriz extracelular impulsan la diferenciación de células madre mesenquimales de una manera muy específica y en condiciones homeostáticas, las fibrillas de colágeno tienen una renovación mínima. Las fuerzas que actúan sobre las fascias se distribuyen, dispersan y transmiten uniformemente, gracias a esta red de elementos de tensión viscoelásticos. Sin embargo, este recambio se acelera durante la remodelación tisular y el desarrollo tumoral, como lo demuestran los niveles séricos de sus productos de degradación.

La información alterada crónica por condiciones como dolor, inflamación, depresión, falta de movimiento afectará negativamente no solo la postura, sino el funcionamiento visceral y la función cognitiva (memoria, resolución de problemas, elaboración de ideas).⁽¹⁴⁾

En condiciones patológicas, la fascia puede volverse rígida y asumir un patrón fibrótico debido a procesos inflamatorios. La terapia fascial, además de aliviar el dolor y mejorar el rango de movilidad articular puede tener un efecto directo sobre las vías moleculares, la respuesta celular y la estructura, así como la función de los órganos y de los tejidos influye en la cicatrización, reparación y regeneración de los tejidos.^(15,28,29)

La actividad física ha sido sistemáticamente recomendada como parte del tratamiento del dolor en los trastornos musculoesqueléticos más común es en los

que además se ha corroborado una disminución significativa en la actividad bioeléctrica de músculos implicados, un aumento en el rango de movimiento y la disminución del dolor y la ansiedad.^(30,31)

Las terapias miofasciales disminuyen el dolor, la inflamación, aumentan la elasticidad del tejido, la perfusión sanguínea superficial y producen disminución de los puntos gatillos.^(15,29)

Se ha presentado la importancia de la biotensegridad célula-matriz extracelular en el cáncer. De hecho, en muchos tumores sólidos, como el de mama, próstata, colon o pulmón la ocurrencia de una reacción desmoplásica es frecuente. Con respecto a las células sanas en homeostasis, la mecanotransducción restringe regularmente la proliferación celular anormal. Las células cancerosas promueven la rigidez de su entorno, lo que a su vez se retroalimenta para aumentar los comportamientos malignos, como la pérdida de la arquitectura del tejido y la invasión.⁽²⁷⁾ Tales respuestas pueden modificarse mediante intervenciones mecanoterapéuticas en las que las movilizaciones y la actividad física actúan desde el nivel molecular hasta los sistemas de todo el cuerpo, al involucrar un amplio espectro de moléculas diana que pertenecen al microambiente.

Sincronizadores de biotensegridad y fisioterapia

Como se pudo apreciar existe una influencia o un impacto directo de la biotensegridad en la salud y la calidad de vida del paciente. Dimensión que como se conoce no siempre es tenida en cuenta en la medicina alopática u occidental y su recomendación universal que pudiera ser útil a los pacientes atendidos en los servicios de atención primaria de salud.

Sistematizar un horario para una actividad física elemental y sistemática, como un complejo calisténico o un esquema mínimo de 30 minutos de marcha puede poner la biotensegridad y la mecanotransducción en función de la evolución en fisioterapia. Para los rehabilitadores más arriesgados y en una segunda etapa, se puede profundizar en la intervención, con el apoyo de un diapasón, la palestesia y la aplicación de alguna técnica de terapia manual.

Existe una influencia o un impacto directo de la cronostasis y la biotensegridad en la salud y la calidad de vida del paciente, por lo que es posible que desde un enfoque

integrativo la fisioterapia y la rehabilitación puedan ejercer una contribución positiva a la salud y la calidad de vida del paciente que acuda al servicio de rehabilitación, al sistematizar sus horarios de sueño, alimentación, de medicamentos, de conjunto con una actividad física elemental. Un mapa de actividades y horarios que se incluya o se integre al programa de rehabilitación previsto son medidas sencillas y para nada costosas a realizar en el propio hogar que pueden contribuir aún más a la integración del paciente y la familia a la recuperación, a la vez que se convierten en una contribución al paradigma de la telerehabilitación al promover mejores hábitos higiénicos y dietéticos.

La sistematización permitió concluir que la cronostasis y la biotensegridad, desde un enfoque integrativo hace posible mejorar la salud y la calidad de vida del paciente, mediante un mapa de actividades y horarios incluidos o integrados al programa de rehabilitación previsto y contribuye aún más, a la integración del paciente y de la familia a la recuperación.

Referencias bibliográficas

1. Waldrop M. La teoría de la relatividad de Einstein explicada en cuatro simples pasos. National Geographic. 2023 [acceso 23/10/2024];16 Disponible en: <https://www.nationalgeographic.es/ciencia/la-teoria-de-la-relatividad-de-einstein-explicada-en-cuatro-simples-pasos>
2. Allimant RD. Vida y materia: Bergson y la Termodinámica clásica. Veritas. 2016; 34. DOI: [10.4067/S0718-92732016000100004](https://doi.org/10.4067/S0718-92732016000100004)
3. Barbero JF. Einstein, la luz, el espacio-tiempo y los cuantos. Arbor. 2015;191 (775):a266. DOI: [10.3989/arbor.2015.775n5005](https://doi.org/10.3989/arbor.2015.775n5005)
4. Rabe AM. Unidad y alteridad de espacio y tiempo. Un estudio comparativo de las concepciones espacio-temporales de Heidegger, Chillida, Newton y Wittgenstein. Colombia. Universidad del Norte. 2018 [acceso 23/10/2024];28:77-102. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/854/85459533005/html/>
5. Suárez J. La vida como materia y energía. España. Grupo Corpal; 2020. [acceso 23/10/2024]. Disponible en: <https://www.grupocorpal.com/la-vida-como-materia-y-energia/>

6. Ramírez L, Ruvalcaba N, Aguilar S. La energía en los procesos de la vida diaria, Programa de estudios del área del conocimiento. Gobierno de México, Secretaría de Educación Pública, Subsecretaría de Educación Media Superior; 2023 [acceso 11/03/2023] Disponible en: <https://wwweducaciónmediasuperior.sep.gob.mx>
7. Zaki NFW, Spence DW, Subramanian P, Bharti VK, Karthikeyan R, Ba Hammam AS, *et al.* Basic chronobiology: ¿what do sleep physicians need to know? *Sleep Sci.* 2020;13(4):256–66. DOI: [10.5935/1984-0063.20200026](https://doi.org/10.5935/1984-0063.20200026)
8. Ehlen JC, Brager AJ, Baggs J, Pinckney L, Gray CL, De Bruyne JP, *et al.* Bmal1 function in skeletal muscle regulates sleep. *Elife.* 2017;6:e26557. DOI: [10.7554/eLife.26557](https://doi.org/10.7554/eLife.26557)
9. Dischiavi S, Wright A, Hegedus E, Bleakley C. Biotensegrity and myofascial chains: A global approach to an integrated kinetic chain. *Medical hypotheses.* 2018 [acceso 11/03/2023];110:90-6. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306987717304243?via%3Dihub>
10. Scarr G. Biotensegrity: What is the big deal? *J Body Mov Ther.* 2020;24(1):134-7. DOI: [10.1016/j.jbmt.2019.09.006](https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2019.09.006)
11. Roveda E, Montaruli A, Galasso L, Pesenti C, Bruno E, Pasanisi P, *et al.* Rest-activity Circadian Rhythm and Sleep Quality in Patients with Binge Eating Disorder. *Chronobiol. Int.* 2018;35:198–207. DOI: [10.1080/07420528.2017.1392549](https://doi.org/10.1080/07420528.2017.1392549)
12. Roveda E, Bruno E, Galasso L, Mulè A, Castelli L, Villarini AF, *et al.* Rest-activity Circadian Rhythm in Breast Cancer Survivors at 5 Years after the Primary Diagnosis. *Chronobiol. Int.* 2019;36:1156–65. DOI: [10.1080/07420528.2019.1621330](https://doi.org/10.1080/07420528.2019.1621330)
13. Galasso L, Montaruli A, Mulè A, Castelli L, Bruno E, Caumo A, *et al.* The Multidisciplinary Therapy in Binge Eating Disorder Is Able to Influence the Interdaily Stability and Sleep Quality? *Chronobiol. Int.* 2019;36:1311–15. DOI: [10.1080/07420528.2019.1650059](https://doi.org/10.1080/07420528.2019.1650059)
14. Bordoni B, Myers T. A Review of the Theoretical Fascial Models: Biotensegrity, Fascintegritty, and Myofascial Chains. *Review Cureus.* 2020;12(2):e7092. DOI: [10.7759/cureus.7092](https://doi.org/10.7759/cureus.7092)
15. Jędrzejewski G, Kasper M, Dolibog P, Szyguła R, Schleip R, Halski T. The Rolf Method of Structural Integration on Fascial Tissue Stiffness, Elasticity, and Superficial Blood Perfusion in Healthy Individuals: The Prospective, Interventional

- Study. *Front Physiol.* 2020;11:1062. DOI: [10.3389/fphys.2020.01062](https://doi.org/10.3389/fphys.2020.01062)
16. Kessler K, Pivovarova O. Meal timing, aging, and metabolic health. *Int J Mol Sci.* 2019;20(8):E1911. DOI: [10.3390/ijms20081911](https://doi.org/10.3390/ijms20081911)
17. Allison KC, Goel N. Timing of eating in adults across the weight spectrum: metabolic factors and potential circadian mechanisms. *Physiol Behav.* 2018;192:158–66. DOI: [10.1016/j.physbeh.2018.02.047](https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2018.02.047)
18. Touitou Y, Reinberg A, Touitou D. Association between light at night, melatonin secretion, sleep deprivation, and the internal clock: Health impacts and mechanisms of circadian disruption. *Life Sci.* 2017;173:94–106. DOI: [10.1016/j.lfs.2017.02.008](https://doi.org/10.1016/j.lfs.2017.02.008)
19. Salva MAQ, Hartley S, Léger D, Dauvilliers YA. Non-24-hour sleep-wake rhythm disorder in the totally blind: diagnosis and management. *Front Neurol.* 2017;8:686–96. DOI: [10.3389/fneur.2017.00686](https://doi.org/10.3389/fneur.2017.00686)
20. Ouyang JQ, Davies S, Dominoni D. Hormonally mediated effects of artificial light at night on behavior and fitness: linking endocrine mechanisms with function. *The Journal of Experimental Biology.* 2018;221(6):jeb156893. DOI: [10.1242/jeb.156893](https://doi.org/10.1242/jeb.156893)
21. Eggenberger P, Bürgisser M, Rossi RM, Annaheim S. Body Temperature Is Associated with Cognitive Performance in Older Adults with and without Mild Cognitive Impairment: A Cross-sectional Analysis, *Front Aging. Neurosci.* 2021;13:585904. DOI: [10.3389/fnagi.2021.585904](https://doi.org/10.3389/fnagi.2021.585904)
22. Figueiro MG, Nagare R, Price LLA. Non-visual effects of light: how to use light to promote circadian entrainment and elicit alertness. *Lighting Res Technol.* 2018;50(1):38–62. DOI: [10.1177/1477153517721598](https://doi.org/10.1177/1477153517721598)
23. Zaki NFW, Spence DW, BaHammam AS, Pandi SR, Cardinali DP, Brown GM. Chronobiological theories of mood disorder. *Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci.* 2018;268(2):107–18. DOI: [10.1007/s00406-017-0835-5](https://doi.org/10.1007/s00406-017-0835-5)
24. Bordoni B, Varacallo MA, Morabito B, Simonelli M. Biotensegrity or fascintegrit? *Review Cureus.* 2019;11:4819. DOI: [10.7759/cureus.4819](https://doi.org/10.7759/cureus.4819)
25. Wiggins DC, Engel RM. The Hypothesis of Biotensegrity and D.D. Palmer's Hypothesis on Tone: A Discussion of Their Alignment. *J Chiropr Humanit.* 2020;27:82-7. DOI: [10.1016/j.echu.2020.10.003](https://doi.org/10.1016/j.echu.2020.10.003)
26. Bordoni B. The shape and function of solid fascias depend on the presence of liquid fascias. *Review Cureus.* 2020;12:6939. DOI: [10.7759/cureus.6939](https://doi.org/10.7759/cureus.6939)

27. Abdollahiyan P, Oroojalian F, Baradaran B, de la Guardia M, Mokhtarzadeh A. Advanced mechanotherapy: Biotensegrity for governing metastatic tumor cell fate via modulating the extracellular matrix. *Review J Control Release*. 2021;335:596-618. DOI: [10.1016/j.jconrel.2021.06.002](https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2021.06.002)
28. Žuk B, Sutkowski M, Paško S, Grudniewski T. Posture correctness of young female soccer players. *Sci Rep*. 2019;9:11179. DOI: [10.1038/s41598-019-47619-1](https://doi.org/10.1038/s41598-019-47619-1)
29. Duarte ME, Sinhorim L, Fernandes D, Schleip R, Machado NAMM, Melo de Souza G, et al. Manipulation of the Fascial System Applied During Acute Inflammation of the Connective Tissue of the Thoracolumbar Region Affects Transforming Growth Factor- β 1 and Interleukin-4 Levels: Experimental Study in Mice. *Front Physiol*. 2020;11:587373. DOI: [10.3389/fphys.2020.587373](https://doi.org/10.3389/fphys.2020.587373)
30. Zurek G, Kasper M, Dobrowolska I, Mroczek A, Delaunay G, Ptaszkowski K, et al. Vibrating Exercise Equipment in Middle-Age and Older Women with Chronic Low Back Pain and Effects on Bioelectrical Activity, Range of Motion and Pain Intensity: A Randomized, Single-Blinded Sham Intervention Study. *Biology (Basel)*. 2022;11(2):268. DOI: [10.3390/biology11020268](https://doi.org/10.3390/biology11020268)
31. Cabanas R, Toro MD, Cruz S, García- L, Rodríguez PR, Calvo J. The Immediate Effect of Informational Manual Therapy for Improving Quiet Standing and Bodily Pain in University Population. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(9):4940. DOI: [10.3390/ijerph18094940](https://doi.org/10.3390/ijerph18094940)

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Contribuciones de los autores

Conceptualización: Marisa Hernández Hernández, Jorge E. Martín Cordero, Yohyma de la Torre Chávez.

Curación de datos: Jorge E. Martín Cordero, Yohyma de la Torre Chávez.

Análisis formal. Marisa Hernández Hernández, Jorge E. Martín Cordero.

Investigación; Marisa Hernández Hernández, Jorge E. Martín Cordero.

Metodología: Marisa Hernández Hernández, Jorge E. Martín Cordero.

Supervisión: Jorge E. Martín Cordero.

Revisión: Marisa Hernández Hernández, Yohyma de la Torre Chávez.

Visualización: Jorge E. Martín Cordero.

Redacción: Marisa Hernández Hernández.

Redacción-revisión y edición: Jorge E. Martín Cordero.