

PRINCIPIOS DE FISIOLOGIA HUMANA

1^{ra}

EDICIÓN



Principios de Fisiología Humana

Principios de Fisiología Humana

Dr. Augusto Leonel Durán Cañarte. PhD.
Dr. Jaime Guillermo Chele Villacreses. Mg.
Odont. Nestor Raúl Parrales Ponce. Mg.
Ing. Abad Eduardo Palacios Dueñas. Mg.

IMPORTANTE

La información aquí presentada no pretende sustituir el consejo profesional en situaciones de crisis o emergencia. Para el diagnóstico y manejo de alguna condición particular es recomendable consultar un profesional acreditado.

Cada uno de los artículos aquí recopilados son de exclusiva responsabilidad de sus autores.

ISBN:978-9942-568-51-9

Una producción © Cuevas Editores SAS

Mayo 2025

Av. República del Salvador, Edificio TerraSol 7-2

Quito, Ecuador

www.cuevaseditores.com

Editado en Ecuador - Edited in Ecuador

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley.

Indice

Prólogo	6
Capítulo 1: Fisiología General de la Función Celular.....	7
Capítulo 2: Introducción a la Endocrinología.....	14
Capítulo3: Órganos y Aparatos del Cuerpo Humano	24
Capítulo 4: Sistemas del Cuerpo Humano	31
Capítulo 5: El sistema nervioso: Principios generales y fisiología de la sensibilidad.....	37
Capítulo 6: El sistema nervioso: Los sentidos especiales.....	44
Capítulo 7: El sistema nervioso: Neurofisiología motora e integradora.	50
Capítulo 8: Metabolismo y regulación.....	56
Capítulo 9: Fisiología deportiva.....	63
Capítulo 10: Embarazo y Lactancia.....	67
Datos de Autores	95

Prólogo

Comprender la fisiología humana es esencial para toda disciplina médica, ya que permite interpretar el funcionamiento normal del cuerpo y fundamentar el diagnóstico y tratamiento de enfermedades. Este libro, *Principios de Fisiología Humana*, ofrece una visión clara y estructurada de los mecanismos que rigen los sistemas corporales, integrando conceptos clásicos con los avances más recientes en biología celular y molecular. Pensado para estudiantes de ciencias de la salud, sirve como una base sólida para el estudio clínico posterior, promoviendo una comprensión crítica y aplicada del cuerpo humano.

Principios de Fisiología Humana

Capítulo 1: Fisiología General de la Función Celular.

Introducción

La introducción en el estudio de la fisiología general de la función celular establece un marco vital para comprender los procesos fundamentales que sustentan la vida. Esta disciplina investiga cómo las células, como las unidades básicas de los organismos, interactúan y responden a diferentes estímulos del entorno, regulando así funciones esenciales que van desde la producción de energía hasta la comunicación intercelular. En este contexto, es crucial reconocer la importancia de los diversos programas académicos que ofrece la universidad, tal como se menciona en los catálogos académicos que destacan la diversidad de áreas de estudio; por ejemplo, incluirá información general sobre la universidad y secciones sobre los programas académicos (University of Maine et al. 2020). De igual manera, el catálogo del año académico 2022-2023 refuerza la relevancia de las ciencias naturales en la comprensión de estos procesos biológicos (Office of Records S 2023). Así, la introducción permite establecer un fundamento teórico sólido sobre el cual se desarrollarán conceptos más complejos en el curso del ensayo. Asegúrese de que el texto esté reescrito en idioma ESPAÑOL. Devuelva solo el texto sin ningún comentario o explicación adicional.

La fisiología celular general, al introducirnos a su estudio, dibuja un panorama esencial para entender los procesos básicos que dan vida. Esta área explora la interacción y respuesta de las células – las unidades fundamentales de los organismos – a diversos estímulos del entorno, regulando funciones clave desde la energía hasta la

comunicación entre células. En este sentido, es fundamental valorar los distintos programas académicos que ofrece la universidad. Los catálogos académicos, por ejemplo, resaltan la variedad de áreas de estudio, incluyendo información general sobre la institución y detalles de los programas (University of Maine et al. 2020). Asimismo, el catálogo del año 2022-2023 refuerza la importancia de las ciencias naturales para comprender estos procesos biológicos (Office of Records S 2023). Por todo esto, la introducción permite construir una base teórica firme sobre la cual se profundizarán conceptos más complejos a lo largo de este trabajo.

Definición de Fisiología Celular

La fisiología celular, una disciplina vital, examina los procesos bioquímicos y las funciones que sostienen la vida dentro de cada célula. Desde el transporte de iones y moléculas a través de la membrana celular hasta la regulación precisa del ciclo celular y la respuesta a estímulos externos, este campo es vasto. Entender estas funciones celulares es, en general, fundamental, no solo para el progreso de la biología celular en sí, sino también para la medicina. Esto es así porque muchas enfermedades pueden atribuirse, en la mayoría de los casos, a fallos en estos procesos. Por ejemplo, en pacientes críticamente enfermos que sufren de sepsis, se aprecia una respuesta del huésped que podríamos describir como inadecuada, un estado de sobrecarga alostática que integra tanto factores bióticos como abióticos que impactan la salud celular (Bauer et al. 2021). Asimismo, la enseñanza formal de estos conceptos se organiza mediante programas académicos que delinean los requisitos y los cursos necesarios para obtener una comprensión completa de la materia (University LS and Agricultural and College M 2022).

Importancia de Comprender la Función Celular

La función celular, siendo cada célula la unidad básica de la vida, es clave para entender muchas cosas en biología y medicina. Las células

realizan tareas importantes, cruciales tanto para sí mismas como para el buen funcionamiento del organismo. Por ejemplo, los transportadores de cationes y cloruros (CCCs) son vitales para el control del volumen celular y participan en funciones fisiológicas variadas, como la regulación de la presión arterial y el desarrollo neuronal (Brohawn et al. 2020). El estudio de cómo se absorbe el zinc en el intestino delgado muestra cómo la dieta afecta la homeostasis de elementos esenciales en el cuerpo humano, resaltando lo complejos que son los mecanismos de absorción y transporte (Haase et al. 2020). Así, la comprensión de la función celular no sólo mejora nuestro conocimiento biológico, sino que también tiene importantes implicaciones clínicas.

Estructura y Organización Celular

La estructura y la organización celular son, en esencia, vitales para que los organismos operen eficientemente. Facilitan tanto la especialización como la adaptación a las diversas condiciones que presenta el entorno. En este sentido, la organización del citoplasma, que se ve influenciada por elementos como la concentración de macromoléculas y la interacción entre los componentes celulares, es un factor crucial para mantener la homeostasis fisicoquímica. Pensemos, por ejemplo, en el hacinamiento macromolecular: este no solo influye en la actividad de las proteínas, sino que también promueve la formación de condensados biomoleculares a través de la separación de fases. Este fenómeno, identificado en células eucariotas, ahora también se reconoce como esencial en bacterias (Boersma et al. 2024). Por otro lado, el impacto de contaminantes neurotóxicos, como los iones de cobre y las nanopartículas de cobre, sobre la función olfativa de organismos como la trucha arcoíris, muestra cómo las alteraciones en la estructura celular pueden afectar la fisiología general y la capacidad de recuperación funcional (Razmara et al. 2021). Estos ejemplos, a fin de cuentas, subrayan la

íntima conexión que existe entre la organización celular y la adaptación fisiológica.

Visión General de los Tipos de Células (Procariotas vs. Eucariotas)

La división entre células procariotas y eucariotas representa una de las clasificaciones esenciales en la biología celular, destacando disparidades considerables en su estructura y función, las cuales, a su vez, influyen en la fisiología general de los organismos. Generalmente, las células procariotas, más sencillas y de menor tamaño, carecen de un núcleo bien definido y orgánulos membranosos, lo que restringe su complejidad funcional. Sin embargo, estas células han desarrollado sofisticados mecanismos para mantener la homeostasis física y química en entornos variables, implicando la formación de condensados biomoleculares que facilitan procesos fundamentales como la replicación y separación del cromosoma (Boersma et al. 2024). Por otro lado, las células eucariotas exhiben un núcleo organizado y diversos orgánulos, incluyendo estructuras como el nucleolo, que no solo se ocupa de la producción de ribosomas, sino que también afecta la respuesta celular al estrés y la organización genómica (Herrera-Escamilla et al. 2025). Estas diferencias, tanto estructurales como funcionales, resaltan la diversidad evolutiva y adaptativa de los organismos, brindando un contexto para comprender las complejas interacciones que sustentan la vida.

Organelos Clave y sus Funciones

La fisiología celular depende intrínsecamente de la estructura y función de sus organelos. Digamos que las mitocondrias, los ribosomas y el retículo endoplásmico son componentes cruciales. Cada uno tiene un papel crucial en el metabolismo y la síntesis de proteínas. En la respiración celular, las mitocondrias son responsables de la producción de ATP, por lo que se les conoce como

las centrales energéticas de la célula (Haase et al. 2020). El ATP es fundamental para mantener la energía celular. Los ribosomas, que se encuentran libres en el citoplasma o unidos al retículo endoplásmico rugoso, son esenciales en la traducción del ARN mensajero a proteínas, que a su vez es un proceso crítico para la expresión genética. El fenómeno de separación de fases líquidas ha cobrado gran relevancia y ha dado una nueva visión de cómo las células organizan sus componentes sin membranas, impactando funciones en neuronas y otros tipos celulares (Fioriti et al. 2021). Generalmente hablando, esta complejidad en la organización supracelular es vital para el mantenimiento de la homeostasis y la respuesta adaptativa ante cambios ambientales.

Metabolismo Celular

El metabolismo celular, un proceso vital, regula la producción y utilización de energía en las células, siendo clave para la homeostasis y su función. Este sistema complejo comprende rutas anabólicas y catabólicas que transforman nutrientes en moléculas útiles y gestionan desechos. En las fibras musculares esqueléticas, por ejemplo, las alteraciones globales en la transcripción nuclear, influenciadas por factores epigenéticos y post-transcripcionales, reflejan una adaptación al estrés, sugiriendo una reprogramación metabólica para el crecimiento rápido y la biosíntesis durante la hipertrofia muscular (Edman et al. 2023). Además, los parásitos bacterianos intracelulares obligados muestran una adaptación metabólica notable que les permite sobrevivir y reproducirse en entornos eucariotas, evidenciando la diversidad de estrategias metabólicas según los nichos replicativos (Omsland A et al. 2024). En general, esta versatilidad es fundamental para comprender cómo los organismos optimizan sus procesos metabólicos en distintas condiciones fisiológicas.

Producción de Energía: ATP y Respiración Celular

La generación de energía celular es vital para sostener las funciones biológicas y la homeostasis en los organismos, en general. El adenosín trifosfato (ATP), la principal "moneda" energética, impulsa diversos procesos celulares liberando energía al hidrolizarse. Este proceso, la producción de ATP, se lleva a cabo, principalmente, mediante la respiración celular; que abarca la glucólisis, el ciclo de Krebs y la fosforilación oxidativa. Durante la respiración, es notable una relación crítica entre la producción de ATP y el consumo de oxígeno, particularmente en organismos con elevadas necesidades energéticas. Un estudio reciente (Ferde et al. 2023) subraya cómo las fluctuaciones en la señalización intracelular afectan a la producción de ATP en células acinares pancreáticas; lo que sugiere que factores como mutaciones en genes clave podrían alterar la bioenergética celular. Además, se ha evidenciado que la termorregulación en aves pequeñas durante la hibernación influye en la eficiencia de la respiración mitocondrial (Chamkha et al. 2023), demostrando así la complejidad de la producción de energía en distintas condiciones ambientales.

Rutas Metabólicas: Anabolismo y Catabolismo

Las rutas metabólicas, integrando tanto el anabolismo como el catabolismo, resultan cruciales para la homeostasis celular y el funcionamiento adecuado del organismo. El anabolismo, por ejemplo, se ocupa de la síntesis de moléculas complejas partiendo de precursores más sencillos, y requiere energía para ello. Por otro lado, el catabolismo implica la descomposición de estas moléculas, liberando energía en el proceso. Ambos procesos están, de hecho, ligados intrínsecamente a la dinámica mitocondrial, que se refiere a la fusión, fisión, mitofagia y transporte de mitocondrias. Estos aspectos son críticos para la regulación del metabolismo celular y la señalización (Chen W et al. 2023). Es más, las alteraciones en estas rutas pueden conducir a disfunciones asociadas a diversas enfermedades; la identificación de metabolitos específicos es crucial

para el diagnóstico temprano y la intervención terapéutica (Qiu S et al. 2023). De este modo, la comprensión de las rutas metabólicas no solo es esencial para la fisiología celular, sino también para el desarrollo de estrategias clínicas efectivas.

Comunicación y Señalización Celular

La homeostasis y la función vital en los organismos dependen, en gran medida, de la comunicación y señalización celular. Las células, mediante intrincados sistemas de mensajería, coordinan sus actividades en respuesta a las alteraciones tanto internas como externas, garantizando su supervivencia y eficacia. Esta interconexión se manifiesta claramente en situaciones complejas, como infecciones graves, donde la respuesta inmune debe encontrar un equilibrio delicado entre resistencia y tolerancia a la enfermedad (Colaço et al. 2020). Por ejemplo, investigaciones recientes llevadas a cabo en truchas arcoíris han demostrado cómo varios contaminantes neurotóxicos, incluyendo iones de cobre y nanopartículas de cobre, impactan negativamente en la función olfativa, subrayando la relevancia de la comunicación celular en la recuperación de funciones sensoriales que hayan sido dañadas (Razmara et al. 2021). En consecuencia, el estudio de estos mecanismos resulta crucial no solo para la comprensión de la fisiología celular, sino también para la creación de enfoques terapéuticos dirigidos a diversas patologías.

Capítulo 2: Introducción a la Endocrinología.

Introducción a la Endocrinología.

La endocrinología, rama de la medicina que se centra en el estudio de las glándulas endocrinas y las hormonas, desempeña un papel fundamental en la regulación de numerosos procesos fisiológicos. A través de un intrincado sistema de señales químicas, las hormonas orquestan funciones como el metabolismo, la reproducción y el crecimiento. Comprender la endocrinología es crucial, no solo para el diagnóstico y tratamiento de trastornos hormonales, sino también para avanzar en la investigación sobre la salud pública y su impacto en la economía. En un contexto reciente, los estudiantes de posgrado han destacado en la realización de investigaciones vitales que informan sobre la salud pública y contribuyen al bien común (Assistant to President AV for Studies G and Dean SA et al. 2022). Además, los desafíos en la educación sobre el manejo de enfermedades como la diabetes han puesto de manifiesto la necesidad de un enfoque centrado en el usuario para mejorar la formación en habilidades de supervivencia relacionadas con la diabetes, adaptándose a contextos de telemedicina (Ankenman et al. 2024).

Definición de Endocrinología

La endocrinología se define como la rama de la medicina que estudia las glándulas endocrinas y las hormonas que producen, así como su efecto en la fisiología y la patología del organismo humano. A través de este campo, se exploran los complejos sistemas de regulación hormonal que influyen en el crecimiento, el metabolismo y la homeostasis. Este conocimiento es esencial no solo para entender enfermedades metabólicas como la diabetes, sino también para conectar con otros aspectos de la salud, según se observa en la investigación relacionada con la vitamina D. Es notable que el

receptor de vitamina D y las enzimas metabolizadoras están presentes en diversas células, resaltando el papel multidimensional de las hormonas en la regulación de funciones fisiológicas más allá de la homeostasis del calcio (Bikle et al. 2020). Así, la endocrinología no solo se concentra en el estudio de desequilibrios hormonales, sino también en su impacto en el bienestar integral, lo que refleja su relevancia contemporánea (Jiwattanasuk et al. 2022).

Importancia de la Endocrinología en la Salud y la Enfermedad

La endocrinología desempeña un papel fundamental en la salud y la enfermedad al abordar la complejidad de los trastornos hormonales que afectan a diversas funciones fisiológicas en el organismo. Estos trastornos pueden manifestarse a través de condiciones crónicas como la diabetes mellitus o disfunciones tiroideas, que no solo comprometen la calidad de vida, sino que también incrementan el riesgo de enfermedades cardiovasculares y metabólicas. Recientes conferencias, como la celebrada en Novosibirsk en noviembre de 2020, han subrayado la importancia de la investigación básica y clínica en endocrinología, centrándose en estrategias diagnósticas y terapéuticas para una variedad de enfermedades endocrinas (N/A 2022). Además, el estudio de hormonas como el progesterona ha revelado su influencia en la salud cardiovascular, sugiriendo que la terapia hormonal podría ofrecer beneficios preventivos en mujeres postmenopáusicas (Kim et al. 2022). Este enfoque multidisciplinario es esencial para mejorar el entendimiento y tratamiento de las disfunciones endocrinas, lo que resalta la relevancia de esta especialidad médica en la promoción de la salud.

Hormonas y Sus Funciones

Las hormonas desempeñan un papel fundamental en la regulación de diversas funciones biológicas en el cuerpo humano, actuando como mensajeros químicos que inicien reacciones bioquímicas necesarias para el funcionamiento celular. Estas sustancias son secretadas por

las glándulas del sistema endocrino, y su interacción con el sistema nervioso permite el mantenimiento de la homeostasis y la adaptación a cambios internos y externos. En particular, la actividad física es un activador significativo en el equilibrio hormonal, ya que influye en la liberación y acción de hormonas derivadas de lípidos, aminoácidos y péptidos, cada una de las cuales tiene funciones específicas en procesos como el metabolismo energético y la regulación del apetito (Singh et al. 2023). Por otro lado, condiciones patológicas como la anorexia nerviosa pueden alterar drásticamente el eje hipotálamo-hipófisis-ovario, llevando a complicaciones reproductivas que, aunque son reversibles, podrían afectar la fertilidad y las dimensiones maternas y fetales durante el embarazo (Ciobanu et al. 2020). Así, el estudio de las hormonas y sus funciones resulta crucial en endocrinología.

Tipos de Hormonas: Hormonas Peptídicas, Esteroides y Aminas

La clasificación de las hormonas en peptídicas, esteroides y aminas es fundamental para entender su función en el sistema endocrino. Las hormonas peptídicas, compuestas por cadenas de aminoácidos, son solubles en agua y se unen a receptores en la superficie de las células, activando vías de señalización intracelular. Por otro lado, las hormonas esteroides, derivadas del colesterol, poseen estructuras lipofílicas que les permiten atravesar la membrana celular y unirse a receptores intracelulares, influyendo en la transcripción génica. Finalmente, las aminas, que incluyen hormonas como la adrenalina y la noradrenalina, derivan de aminoácidos y pueden exhibir características tanto de hormonas peptídicas como esteroides. Este diverso repertorio hormonal es crucial, no solo para regular procesos biológicos, sino también para el desarrollo de enfoques diagnósticos en endocrinología, como se ha documentado en investigaciones recientes (Agretti et al. 2020) y en revisiones sobre endocrinología clínica (N/A 2021).

Mecanismos de Acción Hormonal y Vías de Señalización

En el estudio de la endocrinología, comprender los mecanismos de acción hormonal y las vías de señalización es fundamental para desentrañar la complejidad de la regulación fisiológica. Las hormonas actúan sobre células diana mediante la interacción específica con receptores, desencadenando cascadas de señales intracelulares que pueden modificar la actividad genética, la síntesis de proteínas y el metabolismo celular. Por ejemplo, el papel del estrógeno en la regulación del desarrollo y la función hipofisaria demuestra cómo una hormona puede inducir proliferación celular y formación de adenomas en modelos de ratones y ratas, evidenciando la importancia de la acción hormonal en condiciones patológicas (Ajdžanović et al. 2020). Además, alternativas no hormonales, como el extracto de polen citado en investigaciones recientes, ofrecen un enfoque innovador para el manejo de síntomas menopáusicos sin los efectos estrogénicos, destacando la necesidad de comprender profundamente otros mecanismos de acción hormonal (Biglia et al. 2020).

Glándulas Endocrinas Principales

Las glándulas endocrinas principales juegan un papel crucial en la regulación de diversas funciones fisiológicas a través de la secreción de hormonas. Estas glándulas, incluyendo la hipófisis, tiroides, páncreas y glándulas suprarrenales, interactúan en un intrincado sistema de retroalimentación que asegura el equilibrio homeostático del organismo. Por ejemplo, la hipófisis libera hormonas que estimulan otras glándulas, como los análogos de GnRH, que son utilizados en prácticas clínicas para tratar diversas condiciones de salud (Davies et al. 2023). Asimismo, la importancia de la hormona del crecimiento, que se produce en la hipófisis, es evidente tanto en la infancia como en la adultez, donde su deficiencia puede llevar a complicaciones significativas, lo que resalta la necesidad de un manejo adecuado en estos casos (Davies et al. 2024). En resumen, la

interacción y funcionalidad de estas glándulas son esenciales para mantener el bienestar general del cuerpo humano.

Visión General de la Glándula Pituitaria, Tiroides y Suprarrenales

La glándula pituitaria, tiroides y suprarrenales juegan roles críticos en la regulación del sistema endocrino y en el mantenimiento de la homeostasis del organismo. La glándula pituitaria, aunque pequeña, actúa como la glándula maestra, controlando otras glándulas endocrinas y liberando hormonas esenciales para el crecimiento, el metabolismo y la reproducción. Por su parte, la tiroides regula el metabolismo corporal y la producción de energía a través de las hormonas tiroideas, cuya disfunción puede llevar a trastornos significativos como el hipotiroidismo y el hiperparatiroidismo. Asimismo, las glándulas suprarrenales producen hormonas vitales, incluidas las catecolaminas y los glucocorticoides, que son fundamentales en las respuestas al estrés y en el metabolismo. Es importante destacar que la terapia con glucocorticoides puede inducir insuficiencia adrenal, complicando el manejo clínico de estas glándulas (Kiełczewska et al. 2024). La integración de técnicas avanzadas de imagen, como la PET/CT, es crucial para identificar tumores endocrinos y guiar decisiones terapéuticas (Calderoni L et al. 2024).

Funciones y Hormonas Secretadas por Cada Glándula

La comprensión de las funciones y hormonas secretadas por cada glándula del sistema endocrino es fundamental para una adecuada apreciación de la endocrinología. Cada glándula, desde la hipófisis hasta las glándulas suprarrenales, juega un papel crítico en la regulación de diversas funciones corporales mediante la secreción de hormonas específicas. Por ejemplo, las hormonas derivadas de lípidos, como los esteroides, están involucradas en la regulación del metabolismo, la homeostasis del agua y la función muscular,

mientras que las hormonas derivadas de aminoácidos tienen efectos sobre la vasoconstricción y la respuesta de lucha o huida, resaltando la interconexión entre el sistema nervioso y endocrino (Singh et al. 2023). Además, la investigación actual, que examina tanto los aspectos básicos como clínicos de la endocrinología, proporciona un análisis completo que es esencial para comprender enfermedades endocrinas y su tratamiento (N/A 2021). Este conocimiento es crucial no solo para la salud, sino también para el desarrollo de terapias efectivas.

Trastornos del Sistema Endocrino

Los trastornos del sistema endocrino comprenden una amplia gama de patologías que afectan la producción y regulación de hormonas en el organismo humano, lo que puede resultar en complicaciones significativas si no se diagnostican y tratan adecuadamente. Estas afecciones abarcan desde enfermedades comunes como la diabetes mellitus y el hipotiroidismo hasta alteraciones menos frecuentes como las sindromes de Cushing o de Turner. Recientemente, se ha enriquecido la investigación sobre estos trastornos, abordando tanto su etiología como sus características clínicas y los avances en diagnósticos y tratamientos, tal como se discutió en la primera conferencia nacional rusa sobre endocrinología (N/A 2022). Además, la integración de especialistas multidisciplinarios en clínicas de enfermedades sistémicas, como la fibrosis quística, ha demostrado mejorar la identificación temprana de trastornos endocrinos relacionados, subrayando la importancia de una atención integral (Darukhanavala et al. 2021).

Trastornos Endocrinos Comunes: Diabetes y Trastornos de Tiroides

Los trastornos endocrinos, piénsese en la diabetes y los problemas de tiroides, son afecciones comunes y, por supuesto, necesitan atención clínica de expertos, debido a su notable influencia en la salud

pública. La diabetes mellitus, sobre todo la de tipo 1, es bastante frecuente en niños y niñas y, si no se gestiona bien, puede acarrear complicaciones importantes. Una vez diagnosticados, es crucial vigilar de cerca a los pacientes para detectar comorbilidades como la hipertensión y la dislipidemia, que ayudan a que aparezcan complicaciones micro y macrovasculares (Vikhrova I et al. 2025). Por otro lado, los problemas de tiroides, como el hipotiroidismo y la tiroiditis autoinmunitaria, pueden aparecer de muchas formas diferentes, lo que dificulta aún más el tratamiento del paciente. Es muy importante darse cuenta de que la coexistencia de diabetes y problemas de tiroides puede empeorar la calidad de vida de los pacientes, dificultando la gestión eficaz de sus problemas endocrinos (Barbera M et al. 2024). Generalmente hablando, un manejo adecuado de los problemas de tiroides mejora la calidad de vida.

Impacto de los Trastornos Endocrinos en la Salud General

Los trastornos endocrinos, en general, ejercen un impacto notable en la salud integral, afectando diversos sistemas fisiológicos y, en la mayoría de los casos, facilitando la aparición de enfermedades asociadas. Estas alteraciones hormonales tienen la capacidad de modificar el metabolismo y, además, influir en la salud reproductiva. También pueden causar desequilibrios en el sistema inmunológico. Todo esto subraya la importancia de un enfoque interdisciplinario en el diagnóstico y tratamiento de estas condiciones. Un ejemplo claro es que el hipotiroidismo y el hipertiroidismo no solo alteran el equilibrio metabólico, sino que también pueden generar complicaciones que comprometen la calidad de vida de los pacientes, como se evidencia en condiciones como la osteoporosis y enfermedades cardiovasculares (N/A 2021). La reciente conferencia en Novosibirsk, por cierto, destacó la importancia de la investigación en endocrinología, concentrándose en la epidemiología y la terapia avanzada para abordar estos trastornos (N/A 2022). Por tanto, es fundamental desarrollar estrategias personalizadas que permitan

mitigar los efectos adversos de los trastornos endocrinos en la salud general de la población.

Conclusión

A lo largo del texto "Introducción a la Endocrinología", queda clara la intrincada red de interacciones hormonales y su importancia tanto en procesos fisiológicos como patológicos. La endocrinología va más allá del simple estudio de glándulas y hormonas; se adentra en cómo estas sustancias químicas inciden directamente en la salud y el bienestar humano. De hecho, investigaciones recientes han expandido nuestra comprensión del papel de la función endocrina en contextos clínicos y básicos, evidenciando su influencia en condiciones como la diabetes y la osteoporosis inducida por esteroides (N/A 2021). Es notable, además, el auge del interés en la vitamina D y su receptor, destacando su multifuncionalidad en la regulación metabólica y su conexión con enfermedades que van más allá del sistema musculoesquelético (Bikle et al. 2020). Por lo tanto, la endocrinología continúa siendo un campo en constante evolución, que promete ofrecernos nuevas vías para la prevención y tratamiento de diversas enfermedades.

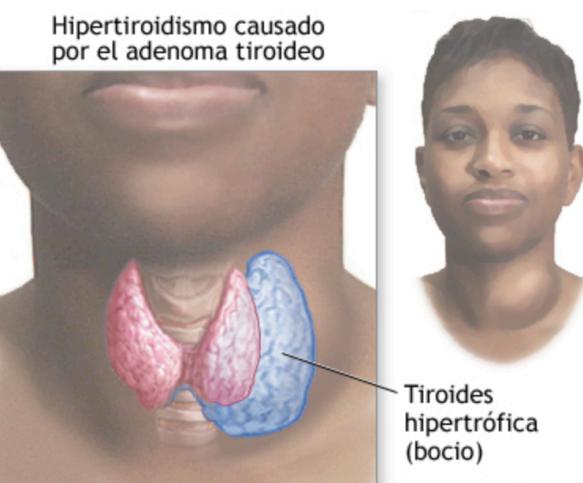
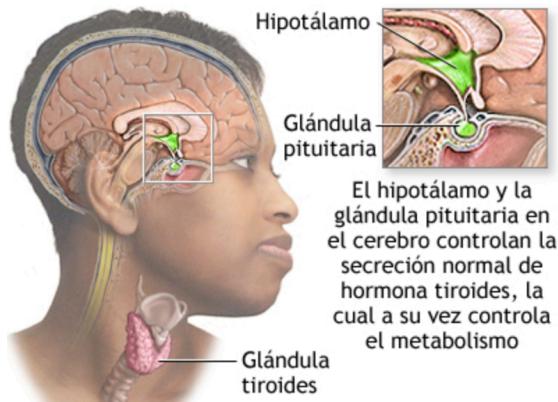
Resumen de Puntos Clave en Endocrinología

La endocrinología, un pilar fundamental de la medicina, se centra en el estudio de las glándulas endocrinas, así como en las hormonas que producen, regulando una amplia gama de procesos fisiológicos en el cuerpo humano. Este resumen de aspectos clave en endocrinología pone de manifiesto la trascendencia de entender las interacciones hormonales y sus consecuencias en la salud. A modo de ejemplo, la detección de disparidades en la atención sanitaria para pacientes con diabetes tipo 1 en zonas rurales de Kentucky muestra cómo la escasez de recursos y un acceso restringido a la educación pueden incidir en la calidad de vida de estas personas (Speed et al. 2023). La investigación en este campo, además, ha ido incorporando

metodologías que examinan las decisiones culturales y alimentarias de las sociedades humanas, expandiendo así nuestro entendimiento del vínculo entre los humanos y su entorno (Gifford-Gonzalez D 2020). En consecuencia, el estudio de la endocrinología no es solo esencial desde una perspectiva biológica, sino que también entraña implicaciones socioeconómicas importantes.

Direcciones Futuras e Investigación en Endocrinología

En la endocrinología actual, el horizonte de la investigación se vislumbra con el potencial de cambiar radicalmente cómo se tratan diversas enfermedades. Pensemos en la terapia génica: se ha posicionado como una alternativa terapéutica muy interesante para enfermedades causadas por un único gen, con la ventaja de ofrecer intervenciones que pueden ser duraderas con una sola aplicación, evitando así las administraciones repetidas y frecuentes de los fármacos que conocemos. Este enfoque podría revolucionar el tratamiento de trastornos endocrinos, como la diabetes tipo 1 y ciertas deficiencias hormonales, al brindar opciones más eficientes y, en algunos casos, hasta curativas (Aiuti et al. 2021). Por otro lado, el estudio de la adiposidad en la médula ósea (BMA) ha ganado importancia, especialmente por su relación con enfermedades complejas como la osteoporosis y la diabetes. Esto destaca la importancia de unificar las metodologías de estudio para facilitar la comparación entre investigaciones y promover la colaboración científica (et al et al. 2020). En general, estas tendencias sugieren un futuro alentador para la endocrinología, con tratamientos más precisos y adaptados a cada paciente.



Capítulo3: Órganos y Aparatos del Cuerpo Humano

Introducción

Entender los órganos y sistemas del cuerpo humano es clave en biología y medicina. ¿Por qué? Porque todos trabajan juntos para mantener la homeostasis y el buen funcionamiento del organismo. En esta introducción, resaltaremos sistemas como el circulatorio, respiratorio y nervioso. Estos no solo tienen funciones individuales importantes, sino que también interactúan de formas complejas para mantenernos sanos. Este estudio, además de la anatomía, cubrirá aspectos fisiológicos y patológicos. Así, tendremos una visión completa de cómo problemas en uno o más sistemas pueden afectar la salud general. Con este enfoque, buscamos facilitar la comprensión del impacto de estas interacciones en el bienestar humano, algo que se ha visto en investigaciones recientes (Editors: Centre for Rights H 2020), (Vierck et al. 2020).

Visión general del cuerpo humano como un sistema complejo

El cuerpo humano, en esencia, es un sistema intrincado. Distintos órganos y sistemas colaboran dinámicamente para sostener la homeostasis y permitir funciones vitales. Estas interacciones, lejos de ser simples procesos mecánicos, forman una red donde cada componente necesita del funcionamiento armonioso de los demás para garantizar el bienestar general del organismo. La medicina de sistemas (SM), en este sentido, pone énfasis en el estudio del cuerpo humano desde esta óptica, analizando las interacciones a nivel tanto bioquímico como fisiológico, e incluso el impacto del entorno en estas redes de comunicación (Chouvarda et al. 2020). Un claro ejemplo de esta complejidad lo encontramos, sin ir más lejos, en el sistema endocrino. Este regula funciones metabólicas mediante hormonas, y a la vez, ejerce influencia en la actividad de otros sistemas del cuerpo (N/A 2022). De este modo, se hace evidente la

importancia de comprender el cuerpo humano como una unidad integrada, más que como una simple acumulación de partes aisladas.

Importancia de comprender los órganos y sistemas para la salud y la medicina

Entender los órganos y sistemas del cuerpo humano resulta crucial para progresar en la salud y la medicina. Estas estructuras, después de todo, colaboran intrínsecamente para sostener la homeostasis y evitar enfermedades. Un conocimiento exhaustivo de la anatomía y la fisiología permite a los profesionales de la salud diagnosticar y tratar afecciones de forma más efectiva. Pongamos por caso, el estudio reciente sobre la regulación de la expresión génica por microARNs en procesos reproductivos pone de manifiesto la intrincada naturaleza de las interacciones celulares. Y, en consecuencia, subraya la importancia de comprender estos mecanismos para abordar problemas de fertilidad y otros trastornos relacionados (Afjeh et al. 2020). Asimismo, los avances tecnológicos, como los gemelos digitales, ofrecen herramientas novedosas que pueden simular enfermedades y optimizar tratamientos personalizados. Esto, a su vez, resalta la necesidad de una perspectiva integral de los sistemas biológicos (Aly et al. 2025). De este modo, comprender los órganos y sus funciones no solo es esencial para la práctica médica, sino también, para la investigación biomédica y el desarrollo de terapias innovadoras.

Principales Sistemas de Órganos

El intrincado estudio de los sistemas orgánicos primordiales del cuerpo humano pone de manifiesto tanto su complejidad como su interdependencia, factores ambos esenciales para la homeostasis y la salud integral. El sistema inmunológico, con el timo como un componente destacado, sobresale por su papel crítico en la defensa del organismo contra enfermedades e infecciones. El timo, situado en la parte superior del pecho, es clave en la producción y, digamos, el

proceso de maduración de las células inmunocompetentes. Su relevancia es más palpable en la infancia, cuando alcanza su punto máximo antes de iniciar una atrofia gradual tras la pubertad (Malikovna et al. 2023). Este órgano, además, no opera de forma aislada; interactúa con otros sistemas, como el neuroendocrino y el hematopoyético, un claro reflejo de la complejidad inherente a la salud humana y, por supuesto, del creciente interés en comprender los mecanismos que gobiernan el sistema inmunitario, así como sus interacciones (Malikovna et al. 2023).

Descripción del sistema circulatorio y sus funciones

El sistema circulatorio, pieza clave en la fisiología del ser humano, se constituye, sobre todo, del corazón, los vasos sanguíneos y la sangre. Su tarea primordial es llevar nutrientes, oxígeno y desechos metabólicos por todo el organismo. Este sistema trabaja en conjunto con otras funciones biológicas, como la respiración y la digestión, garantizando que haya suficiente oxígeno y que el dióxido de carbono se elimine. En relación con los estudios sobre Pranavaha Srotas, estos canales, que facilitan el transporte de prana, parece que tienen su origen en el corazón y las estructuras vasculares; esto subraya la conexión esencial entre el sistema circulatorio y otros sistemas corporales (Arun et al. 2024). Adicionalmente, la investigación más actual en la monitorización de biofluidos ha resaltado la importancia de analizar el flujo sanguíneo en distintas condiciones médicas, reforzando así la relevancia del sistema circulatorio en la salud y en la enfermedad (Gim Ménez et al. 2022).

Visión general del sistema respiratorio y su papel en el intercambio de gases

El sistema respiratorio juega un papel crucial en mantener la homeostasis del cuerpo, sobre todo al facilitar el intercambio de gases: oxigenar la sangre y eliminar el dióxido de carbono. Está compuesto, como sabemos, por varias estructuras, como las vías

respiratorias, los pulmones y los alvéolos, trabajando juntos para maximizar el área disponible para ese intercambio gaseoso. En los alvéolos, el oxígeno pasa a través de las membranas alveolares hacia la sangre, y simultáneamente el dióxido de carbono viaja desde la sangre hacia el aire que exhalamos. La importancia de todo esto queda clara en el contexto de enfermedades respiratorias; el SARS-CoV-2, por ejemplo, puede desencadenar una respuesta inflamatoria fuerte, empeorando la dificultad respiratoria (Asaba et al. 2024). Esta relación entre la salud respiratoria y el intercambio de gases resalta la importancia de comprender bien este sistema para buscar tratamientos efectivos contra esas condiciones patológicas (Dean of the School G et al. 2022).

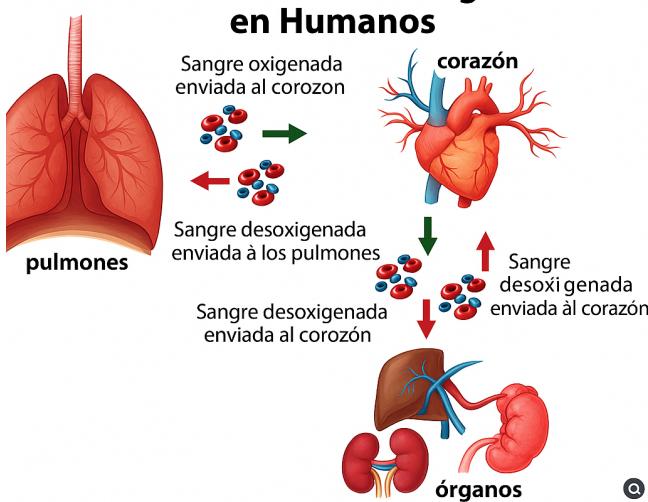
El Papel de los Órganos

El rol que cumplen los órganos dentro del cuerpo humano es, sin duda, crucial para mantener la homeostasis y permitir que los procesos vitales se lleven a cabo. Cada órgano, en particular, tiene una función específica dentro de un sistema, contribuyendo así a que el organismo funcione de manera coordinada. Por ejemplo, los riñones son esenciales; hablando en términos generales, se encargan de regular el equilibrio hídrico y, además, de eliminar los desechos. Por otro lado, el corazón tiene la responsabilidad de bombear sangre, asegurando que tanto los nutrientes como el oxígeno lleguen a todos los tejidos del cuerpo. Esta interconexión entre los órganos y sus funciones respectivas es, en realidad, de vital importancia, dado que cualquier alteración en uno de ellos puede afectar la salud general de la persona. Adicionalmente, el estudio de estos sistemas nos permite comprender mejor no solo cómo funciona cada uno individualmente, sino también las implicaciones legales y éticas que pueden surgir en situaciones de crisis de salud, como se puede ver en el análisis de la crisis del Ébola (McGhee et al. 2023), (Vierck et al. 2020).

Función del corazón como un órgano vital en el sistema circulatorio

El corazón, un órgano vital del sistema circulatorio, juega un papel esencial en el mantenimiento de la homeostasis. Bombea sangre oxigenada a través de las arterias, asegurando que las células reciban oxígeno y nutrientes para funcionar correctamente. Además, regula la presión arterial y el flujo sanguíneo, crucial para el equilibrio de fluidos corporales. La disfunción cardíaca puede llevar a complicaciones severas, como la descompensación aguda, relacionada tanto con la disfunción ventricular como con la inflamación sistémica, evidenciando la interdependencia de los órganos en el sistema circulatorio (Angeli et al. 2020). Por lo tanto, el corazón es crucial no solo por su actividad mecánica, sino también por su influencia en la salud integral del cuerpo humano (Pelletier et al. 2020). En general, podríamos decir que su importancia es innegable.

Proceso de Intercambio gaseoso en Humanos



Importancia de los pulmones en el mantenimiento de los niveles de oxígeno en el cuerpo

La función pulmonar, en esencia, es vital para mantener el equilibrio interno del cuerpo humano, particularmente en lo que concierne a los niveles óptimos de oxígeno. A través de la respiración, los pulmones permiten el intercambio de gases: el oxígeno pasa del aire a la sangre, mientras que el dióxido de carbono es eliminado del cuerpo. Este proceso es crucial, no solo para la supervivencia de las células, sino también para el funcionamiento adecuado de todos los sistemas del organismo. La falta de un suministro suficiente de oxígeno puede comprometer funciones vitales, presentando, por lo tanto, riesgos considerables para la salud. Por ejemplo, el impacto del COVID-19 en la salud pulmonar ha resultado devastador, afectando la capacidad respiratoria y, en consecuencia, la oxigenación de la sangre, lo que demuestra la importancia de comprender la anatomía y la función pulmonar (N/A 2022). De manera similar, las variaciones en la anatomía del sistema vascular que conecta con los pulmones pueden afectar la eficacia respiratoria (Jayapala et al. 2024), resaltando la complejidad y la importancia de estos órganos para la salud integral.

Interconexión de los Sistemas

La homeostasis y el funcionamiento adecuado de los órganos en el cuerpo humano dependen, fundamentalmente, de la interconexión de sus sistemas. Para asegurar que las células reciban los nutrientes necesarios y los desechos se eliminen de forma eficiente, cada sistema – ya sea el circulatorio, el respiratorio o el nervioso – interactúa con los demás. Por ejemplo, la circulación sanguínea es esencial para el funcionamiento de tejidos y órganos, ya que transporta oxígeno y nutrientes a través del sistema vascular (Kallio et al. 2023). Asimismo, el desarrollo de tecnologías como los dispositivos organ-on-a-chip contribuye a avances en la medicina regenerativa y en modelos in vitro, facilitando la investigación sobre la vasculatura y la función orgánica al mimetizar condiciones

fisiológicas y permitir un estudio más detallado de estas interacciones (N/A 2022). Esta interconexión, en definitiva, resalta la complejidad y la necesidad de un enfoque integral en la biología humana.

CAPÍTULO 4: SISTEMAS DEL CUERPO HUMANO

Introducción

Comprender las funciones biológicas humanas y sus intrincadas interacciones requiere un estudio fundamental de los sistemas del cuerpo. La Medicina de Sistemas, con su avance hacia paradigmas interdisciplinarios, destaca la importancia de analizar el cuerpo humano desde una perspectiva sistémica, considerando sus interacciones. Este enfoque integra aspectos bioquímicos, fisiológicos y ambientales, además de la biología básica, permitiendo así una comprensión más holística de la salud y la enfermedad (Chouvarda et al. 2020). Por ejemplo, el proyecto Tigars ilustra esfuerzos contemporáneos en seguridad y fiabilidad de vehículos autónomos, lo que subraya la necesidad de un enfoque de análisis de sistemas en áreas diversas como la investigación tecnológica y médica (Bloomfield et al. 2020). En general, esta introducción sienta las bases para un examen profundo de los sistemas que conforman nuestro organismo y sus interacciones complejas.

Definición de los sistemas del cuerpo humano

Entender cómo funcionan los sistemas del cuerpo humano, en su totalidad, comienza por definirlos. Podríamos clasificarlos de varias maneras, atendiendo a qué función desempeñan. Entre los más importantes, encontramos el circulatorio, el respiratorio, el digestivo, el nervioso y, también, el muscular. Estos sistemas, cada uno por su lado, muestran interacciones que son bastante complejas; con ello se busca que el organismo se mantenga en homeostasis y que se adapte al entorno. Por poner un ejemplo, el sistema nervioso trabaja codo con codo con el sistema endócrino. ¿Para qué? Pues para regular procesos que son vitales, como el metabolismo y cómo respondemos ante situaciones de estrés. Es más, hay investigaciones recientes que

nos indican que la supervivencia depende de circuitos informacionales que integran la materia y la información, lo que facilita la toma de decisiones cuando la situación es de riesgo (Gaiseanu et al. 2020). El estudio de estos sistemas, por tanto, no se limita a la anatomía y la fisiología, sino que también tiene que ver con la salud y el bienestar (Editors: Centre for Rights H 2020). Generalmente hablando, estas interacciones aseguran una adaptación eficiente.

Importancia de entender los sistemas del cuerpo en la salud y la medicina

Comprender los sistemas del cuerpo humano, eso sí, es clave para crear estrategias efectivas en salud y medicina. Los sistemas, como el circulatorio o el reproductor, interactúan de formas complejas, afectando la salud del individuo. Este conocimiento facilita diagnósticos más precisos y una atención más específica. Por ejemplo, las investigaciones sobre microARNs (miRNA) han mostrado su importancia en la regulación de procesos reproductivos (Afjeh et al. 2020); esto ilustra cómo comprender los mecanismos biológicos puede llevar a terapias innovadoras para la infertilidad y otros trastornos. En el ámbito de la atención médica, el sistema Medicaid en Carolina del Sur resalta la necesidad de ofrecer servicios médicos accesibles, uniendo así la teoría del conocimiento corporal con la práctica clínica (Department SC of Health and Services H 2020). Este enfoque integral, generalmente hablando, promueve una atención personalizada y mejora los resultados en salud.

El Sistema Circulatorio

El sistema circulatorio, crucial para la homeostasis en humanos, facilita el transporte de nutrientes y gases, así como la eliminación de desechos, a través de una extensa red de vasos sanguíneos. Formado por el corazón, arterias, venas y capilares, este sistema garantiza la oxigenación de los tejidos y se coordina con otros sistemas, como el

respiratorio, para mantener un equilibrio interno adecuado. Un estudio sobre la EPOC indica que alteraciones en parámetros fisiológicos, como el volumen espiratorio forzado y la resistencia de las vías aéreas, impactan la respuesta cardio-respiratoria, imponiendo una carga adicional al circuito pulmonar en ambientes hipóxicos, lo cual es especialmente crítico en pacientes con esta afección (Beris et al. 2022). Investigaciones sobre péptidos neuroendocrinos incluso sugieren que sistemas parecidos podrían haber evolucionado en organismos sin circulación vascular, lo que resalta la importancia del control de fluidos corporales para la supervivencia (Gingell et al. 2022). En general, pues, se observa la gran importancia de este sistema.

Estructura y función del corazón

El corazón, pieza clave del sistema circulatorio, tiene una estructura intrincada que posibilita su tarea principal: impulsar la sangre por todo el cuerpo. Está formado por cuatro cavidades – aurículas y ventrículos – y, en esencia, es un músculo estriado rodeado de válvulas. Estas válvulas aseguran que la sangre fluya en una sola dirección, optimizando así la circulación, como ya se ha mencionado (Masumoto et al. 2022). La coordinación entre las contracciones del músculo cardíaco es fundamental para mantener el equilibrio interno, y esta actividad se ve afectada por la interacción de células especializadas en el miocardio con las células endoteliales vecinas. Gracias a los avances en biotecnología, la creación de estructuras tridimensionales de tejido cardíaco a partir de células madre pluripotentes humanas (hPSCs) podría cambiar radicalmente la investigación médica. Esto permitiría realizar pruebas farmacológicas en un entorno que imita fielmente la función del corazón real. De este modo, el corazón no solo es esencial para el transporte de oxígeno y nutrientes, sino que su estudio abre nuevas vías en la medicina regenerativa (Chatore et al. 2024), en la mayoría de los casos.

Papel de los vasos sanguíneos y la sangre en la circulación

El sistema circulatorio humano, esencial para la homeostasis, depende críticamente de los vasos sanguíneos y la sangre. Estos vasos, arterias, venas y capilares incluidos, constituyen una intrincada red de transporte que facilita la entrega de oxígeno y nutrientes a los tejidos, además de la eliminación de desechos. Simulaciones modernas han modelado esta circulación, resaltando la relevancia de los sistemas venoso y arterial en la dinámica metabólica de órganos clave como el hígado y el intestino, donde la microcirculación capilar es crucial para el intercambio celular (Liu et al. 2024). La regulación hormonal, en particular mediante esteroides gonadales como el estrógeno, influye en la salud cardiovascular, fomentando la vasodilatación y mejorando el perfil lipídico; esto sugiere una conexión entre los vasos sanguíneos y la salud general del sistema circulatorio (Aubead et al. 2021). En la mayoría de los casos, la salud cardiovascular se ve afectada positivamente por estos mecanismos.

El Sistema Respiratorio

El sistema respiratorio humano, vital para la supervivencia, se revela como una estructura compleja. La absorción de oxígeno y la eliminación de dióxido de carbono son su función principal, procesos esenciales para el metabolismo celular. Esta actividad se lleva a cabo a través de una serie de órganos: nariz, faringe, laringe, tráquea y pulmones. Es en los alvéolos pulmonares donde se produce la difusión de gases. El sistema respiratorio, además, trabaja en conjunto con otros sistemas del cuerpo, como el circulatorio, para asegurar la distribución adecuada de oxígeno, generalmente hablando. La interconexión de estos sistemas respalda la teoría de que el cuerpo humano es una estructura bipolar compuesta de información y materia, lo que permite, en la mayoría de los casos, profundizar en la comprensión del funcionamiento integral de la vida (Gaiseanu et al. 2020). La relevancia de estas interacciones es

fundamental para estudiar los efectos de la actividad humana en la salud respiratoria y la biodiversidad (Department et al. 2021).

Anatomía del tracto respiratorio

El entendimiento del sistema respiratorio humano, esencial para la captación de oxígeno y la consecuente expulsión de dióxido de carbono – procesos vitales para la homeostasis celular –, se basa fundamentalmente en la anatomía del tracto respiratorio. Este sistema, generalmente hablando, comprende una secuencia de estructuras. Así, desde las vías respiratorias superiores, como la nariz y la faringe, llegamos a las vías inferiores, incluyendo la tráquea y, por supuesto, los pulmones. Es en estos últimos donde hallamos los alvéolos, esos sacos diminutos responsables del intercambio gaseoso. La mucosa que reviste este tracto respiratorio, en la mayoría de los casos, presenta características adaptativas que asisten en la defensa inmunológica del organismo contra patógenos. Pensemos, por ejemplo, en el SARS-CoV-2, virus causante de la pandemia de covid-19, el cual, en casos graves, afecta la absorción de oxígeno en los tejidos (Simukoko et al. 2021). En consecuencia, estudiar la anatomía del tracto respiratorio resulta esencial, no solo para comprender su funcionamiento intrínseco, sino también su vulnerabilidad a infecciones graves (Henkel et al. 2024).

Mecanismo del intercambio de gases en los pulmones

El intercambio de gases en los pulmones, un proceso clave para la ventilación y la oxigenación sanguínea, ocurre sobre todo en los alvéolos. Allí, oxígeno y dióxido de carbono se difunden entre el aire y la sangre. La estructura alveolar, esencial para la función fisiológica, maximiza la superficie de intercambio gaseoso. Esta formación, que incrementa la superficie, se consigue mediante un desarrollo celular preciso que involucra señales entre células epiteliales, miofibroblastos e incluso la interacción con células endoteliales (Chou et al. 2020). La correcta coordinación de estos

tipos celulares es, además, vital para la regeneración y reparación pulmonar, lo que subraya la interrelación del sistema respiratorio con el sistema cardiovascular en este intercambio (Basil et al. 2020). En general, esto resalta la complejidad e importancia del sistema respiratorio en el mantenimiento de la homeostasis en el organismo humano.

El Sistema Digestivo

El aparato digestivo, ciertamente, representa una de las arquitecturas más intrincadas y vitales en el cuerpo humano. Su función primordial es fragmentar los alimentos y extraer los nutrientes esenciales para el correcto desempeño del organismo. Desde el momento de la ingestión hasta la eliminación, este sistema se erige como pilar fundamental para mantener la homeostasis, transformando los alimentos en la energía y la materia prima indispensable para las células. La digestión, como tal, da inicio en la cavidad bucal, donde se desencadenan procesos de descomposición tanto mecánicos como químicos. A medida que el bolo alimenticio recorre el esófago hasta alcanzar el estómago, se produce una mezcla con jugos gástricos, lo que optimiza la digestión. Estudios recientes sugieren que las interacciones en el seno del sistema digestivo trascienden la mera bioquímica, incorporando además factores informativos en la regulación del cuerpo humano; esto se manifiesta, por ejemplo, a través de la terapia de bioresonancia, que analiza las transiciones en los sistemas reguladores (Arystenko et al. 2023), (Gaiseanu et al. 2020).

Capítulo 5: El sistema nervioso: Principios generales y fisiología de la sensibilidad.

Introducción

La introducción al estudio del sistema nervioso y sus principios, generalmente hablando, es clave para desentrañar la fisiología de la sensibilidad. Este intrincado sistema, más allá de regular funciones motoras y sensoriales, integra respuestas a estímulos tanto externos como internos. Enfocarse en los circuitos neuronales dentro del cerebro y la médula espinal posibilita investigar la integridad en la transmisión de señales, un aspecto crucial al abordar trastornos de movimiento y sensibilidad. Técnicas como la estimulación magnética transcraneal y la electroencefalografía (EEG), herramientas valiosas, al ser aplicadas en individuos sanos, contribuyen a modelar nuestra comprensión del control motor y la sensibilidad (Antal et al. 2021). Además, el rol del sistema nervioso autónomo en la fisiología cardíaca resalta la interrelación de sistemas, proporcionando información sobre cómo se manifiestan patologías cardiovasculares (Noordzij et al. 2021). Estos enfoques evidencian la importancia de un estudio integral del sistema nervioso en la salud y la enfermedad, en la mayoría de los casos.

Definición e importancia del sistema nervioso

El sistema nervioso, una intrincada red de células y tejidos, es fundamental en la coordinación y regulación de las funciones corporales. Su rol principal se centra en procesar la información sensorial, generar respuestas motoras y preservar la homeostasis, permitiendo así la adaptación al entorno. Podemos dividir este sistema en sistema nervioso central y periférico, cada uno con tareas específicas pero íntimamente conectadas, ambas cruciales para el correcto funcionamiento del organismo humano. Adicionalmente, estudios recientes subrayan la importancia de técnicas como la estimulación transcraneal y la electroencefalografía. Estas técnicas

nos permiten analizar y comprender mejor las interacciones neuronales y los circuitos implicados en el control motor y la sensibilidad (Operations SP et al. 2020). Estos estudios, generalmente hablando, no solo expanden nuestro conocimiento sobre la fisiología del sistema nervioso, sino que también brindan perspectivas valiosas sobre las posibles alteraciones patológicas que pueden afectar su función (Antal et al. 2021).

Visión general de la sensibilidad y su significación fisiológica

La sensibilidad del sistema nervioso, podríamos decir, es fundamental para que un organismo perciba e interactúe con su alrededor, haciendo posible detectar estímulos posiblemente dañinos. A nivel de la fisiología, esta sensibilidad se muestra de varias maneras, por ejemplo, a través del tacto, el dolor, la temperatura y la propiocepción. Estos sistemas sensoriales están organizados en rutas neuronales específicas, encargadas de transmitir información desde los receptores que están en la periferia hasta zonas centrales del sistema nervioso, donde dicha información es procesada e interpretada. Entender estos procesos es crucial, ya que cambios en la sensibilidad pueden llevar a problemas complejos como la fibromialgia, donde se ve una disfunción en la regulación tanto del dolor como de la sensibilidad (Gutierrez A et al. 2020). Adicionalmente, técnicas neurofisiológicas, como la estimulación transcraneal, posibilitan la exploración de la integridad de circuitos neuronales en estudios enfocados en la sensibilidad (Antal et al. 2021). De esta manera, al analizar la fisiología de la sensibilidad se hace evidente su impacto en la salud y, en consecuencia, en la calidad de vida de la persona.

Estructura del Sistema Nervioso

El sistema nervioso, en su organización, se divide fundamentalmente en dos partes principales: el sistema nervioso central (SNC) y, por otro lado, el sistema nervioso periférico (SNP). El SNC, que

comprende tanto el cerebro como la médula espinal, funciona como el núcleo de procesamiento y también de coordinación para las señales, tanto sensitivas como motoras. El SNP, por su parte, sirve de conexión entre el SNC y el resto del cuerpo. ¿Cómo lo hace? A través de nervios que transmiten información sensorial y motora, claro está. Esta estructura, de tipo jerárquico, facilita una reacción ágil a los estímulos del entorno, lo cual es vital para la supervivencia del organismo. En este sentido, la integración de información sensorial se potencia con técnicas como la estimulación transcraneal, que activa grupos de neuronas centrales, permitiendo un análisis más exhaustivo de la funcionalidad neurológica (Antal et al. 2021). Y no hay que olvidar que la capacidad para ubicar señales alrededor del sistema nervioso es crucial para el comportamiento, tal como se aprecia en sistemas sensoriales específicos que se dedican a procesar señales débiles y a menudo ruidosas (Ramachandra et al. 2023).

Sistema nervioso central (SNC) y sus componentes

El sistema nervioso central (SNC), esa estructura fundamental, coordina la integración y el procesamiento de información sensorial en el organismo, sí, pero de una manera a veces sorprendente. Comprende el cerebro y la médula espinal, donde residen neuronas muy especializadas que hacen posible la comunicación entre las distintas regiones del cuerpo. La estimulación magnética transcraneal y la electroencefalografía, por ejemplo, han sido herramientas clave para investigar las conexiones neuronales responsables del control motor, evidenciando cómo las alteraciones en esas mismas rutas pueden conducir a desórdenes en el movimiento, tal y como se muestra en los estudios sobre la integridad de los reflejos espinales y supraspiniales (Antal et al. 2021). De hecho, en lesiones traumáticas, y aunque la anatomía del nervio vago se mantenga intacta, se observan alteraciones significativas en la función sensorial, sugiriendo una compleja adaptación del SNC frente al daño (Besecker et al. 2021). Todos estos hallazgos enfatizan la plasticidad

del SNC y su papel crucial, sí, pero de una manera que aún estamos desentrañando, en la sensibilidad y la respuesta motora del organismo.

Sistema nervioso periférico (SNP) y su papel en la sensibilidad

El sistema nervioso periférico (SNP), es clave en la sensibilidad, actuando como nexo entre receptores sensoriales y el sistema nervioso central. Se compone de nervios que se extienden desde cerebro y médula espinal, facilitando la transmisión de datos sobre estímulos como tacto, temperatura y dolor. Su función correcta no solo es vital para la percepción sensorial, sino para la integración de respuestas motoras. Estudios recientes han explorado la complejidad de los circuitos neuronales en el SNP, descubriendo mecanismos que modulan la sensibilidad según la experiencia y el contexto. Por ejemplo, en ciertos insectos, el sistema auditivo periférico permite que los machos detecten los sonidos de las hembras, lo cual resalta la importancia funcional del SNP en la comunicación y el comportamiento, abriendo camino para investigaciones sobre el control de especies que transmiten enfermedades (Andrés et al. 2023). Además, para investigar la integridad de estas vías sensoriales en humanos, se han empleado técnicas de estimulación cerebral y los reflejos espinales. Esto ha contribuido, de esta forma, a comprender la fisiología del SNP en el contexto de los trastornos del movimiento (Antal et al. 2021).

Mecanismos de Recepción Sensorial

Entender cómo funciona la recepción sensorial es esencial, sin duda, para comprender cómo los seres vivos interactúan con su entorno y procesan información crucial. A través de estos mecanismos, los organismos detectan estímulos del medio exterior y de su propio cuerpo, lo que resulta en respuestas que les ayudan a adaptarse. Un ejemplo muy interesante de esta especialización son las adaptaciones sensoriales de los cetáceos, que han evolucionado para mejorar su

percepción en el agua. Estos animales muestran cambios neuroanatómicos que les facilitan el procesamiento eficiente de información sensorial, como indican algunos estudios recientes sobre su anatomía neuronal (Gerussi et al. 2023). Por otro lado, el concepto de reafferencia, donde los órganos sensoriales reaccionan a las consecuencias de las propias acciones, resalta la complejidad de estas interacciones, ofreciendo una red de retroalimentación que es muy importante para la supervivencia y la homeostasis (Godfrey-Smith et al. 2020). En este marco, los mecanismos de recepción sensorial se establecen como bases esenciales para la fisiología de la sensibilidad en el sistema nervioso.

Tipos de receptores sensoriales y sus funciones

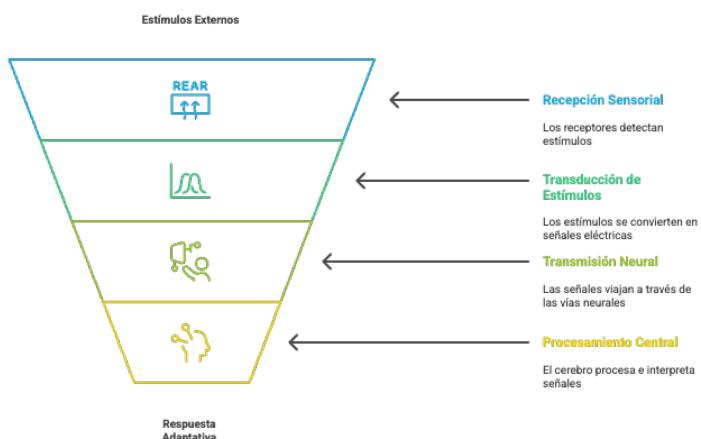
Los receptores sensoriales, estructuras especializadas, son cruciales para la percepción y la transmisión de información al sistema nervioso. Hay varios tipos, adaptados a estímulos específicos; por ejemplo, los mecanorreceptores detectan cambios en presión y tacto, y los termorreceptores, variaciones de temperatura. No solo facilitan la cognición sensorial, también son vitales para la homeostasis y la interacción con el entorno. Así, los receptores convierten estímulos físicos en señales eléctricas, procesadas en el sistema nervioso central a través de vías neuronales específicas. Esta interacción permite respuestas adecuadas a condiciones externas, crucial para la supervivencia y adaptación. En la industria (Dean of the School G et al. 2022) y el monitoreo de sistemas naturales (Dean of the School G et al. 2022), esta adaptación puede observarse, generalmente hablando.

Procesos de transducción en la conversión de estímulos en señales neuronales

La transducción de estímulos, un proceso clave, permite transformar las señales del entorno en impulsos nerviosos interpretables por el sistema nervioso. Esta intrincada interacción se inicia cuando los

receptores sensoriales detectan estímulos específicos – luz, sonido, moléculas químicas, por ejemplo – y los convierten en señales eléctricas. Pensemos en el sistema olfativo: la detección de olores involucra una serie de transformaciones que permiten que el sistema nervioso codifique estos estímulos de manera flexible y robusta, posibilitando decisiones conductuales apropiadas por parte del organismo (Brandão et al. 2021). Además, diferentes métodos analíticos, como los sensores genéticamente codificados, han permitido a los investigadores explorar estas dinámicas a nivel celular. A través de estos estudios, se revelan fortalezas y limitaciones inherentes a la transducción neuronal (Groschup et al. 2024). Por lo tanto, comprender estos procesos resulta esencial para desentrañar tanto la fisiología de la sensibilidad como la adaptación del sistema nervioso.

Procesamiento de Información Sensorial



Vías Neurales y Procesamiento

Entender la fisiología de la sensibilidad en el sistema nervioso requiere, en gran medida, del estudio de las vías neurales y su procesamiento. Digamos que estas vías son las encargadas de llevar la información desde los receptores sensoriales hasta el sistema nervioso central, donde, evidentemente, se procesa e interpreta todo. Para investigar la integridad de estas vías, una de las formas más efectivas es mediante pruebas neurofisiológicas, tal y como se detalla en (Antal et al. 2021); estas técnicas, en general, nos permiten explorar tanto los reflejos espinales como los circuitos supraspiniales, lo que contribuye a entender mejor la dinámica neuronal. Además, la investigación sobre cómo los organismos codifican señales en su entorno muestra que la sensibilidad conductual se ve afectada por la heterogeneidad de la población neuronal, como podemos ver en los estudios de (Milam et al. 2023). Esto nos sugiere que la organización de la red neuronal inicial juega un papel crucial en la precisión del procesamiento sensorial, lo que subraya la complejidad del sistema nervioso, en su totalidad.

CAPÍTULO 6: EL SISTEMA NERVIOSO: LOS SENTIDOS ESPECIALES

Introducción

El sistema nervioso, ese centro de control que todos llevamos dentro, tiene un papel esencial en cómo percibimos y procesamos los sentidos especiales. Hablamos de la vista, el oído, el gusto, el olfato y, por supuesto, el tacto; sentidos que nos permiten interactuar con el mundo que nos rodea. El cerebro, con su estructura jerárquica, se encarga de integrar y codificar toda esta información sensorial, adaptándose constantemente para asegurar que sobrevivamos (Gaiseanu et al. 2020). Si observamos la conciencia desde una perspectiva informacional, vemos cómo la estructura cerebral y sus funciones están íntimamente ligadas. Áreas concretas, como el cuerpo calloso y la corteza cingulada anterior, modulan las emociones y nos ayudan a encontrar un equilibrio entre lo que sabemos y lo que desconocemos, facilitando así la adaptación. Además, investigaciones en otros seres vivos, como por ejemplo el pulpo, nos muestran la gran complejidad del procesamiento sensorial y cómo el sistema nervioso se adapta al entorno (Mostafa et al. 2021). En resumen, un sistema complejo y fascinante.

Definición e importancia del sistema nervioso

El sistema nervioso, esa intrincada red de células y tejidos, se ocupa esencialmente de captar, manejar y enviar información por todo el cuerpo, lo que permite la interacción del organismo con el mundo que le rodea. Su papel es, sin duda, clave; no solo orquesta las funciones del cuerpo, sino que también juega un papel fundamental en la forma en que percibimos los sentidos especiales, como la vista, el oído y el olfato. El sistema nervioso, mediante los nervios, hace

posible que los estímulos externos se interpreten y se conviertan en respuestas apropiadas, lo que influye directamente en el comportamiento y el bienestar de la persona. De hecho, hay estudios que demuestran que la conexión entre el bienestar emocional y la salud neuronal es importante, lo que subraya cómo la salud del sistema nervioso afecta a la calidad de vida (Sefton, 2021). Por lo tanto, el estudio de este sistema es crucial no solo para comprender la biología humana, sino también para abordar cuestiones de salud pública y educación, como se observa en el enfoque actual del aprendizaje al aire libre, que combina beneficios físicos y cognitivos (Boulton et al. 2023), (N/A 2023).

Visión general de los sentidos especiales y su papel en la percepción

La percepción humana, un asunto complejo, se basa en los sentidos especiales, como la vista, el oído, el olfato, el gusto y el tacto. Estos sentidos son clave para interactuar con el mundo; nos dan información vital que el cerebro interpreta para construir una imagen coherente de la realidad. Los receptores sensoriales transforman estímulos físicos en señales eléctricas que viajan al cerebro a través del sistema nervioso, donde se analizan. Por ejemplo, la integración de la información visual y táctil es crucial para aprender y adaptarse, incluso en animales como los pulpos, que tienen sistemas nerviosos muy desarrollados, como se ha visto en estudios recientes (Mostafa et al. 2021). Además, la forma en que estos sentidos trabajan juntos tiene un impacto directo en el bienestar emocional y cognitivo, destacando su importancia en el desarrollo humano (Boulton et al. 2023). En la mayoría de los casos.

La Estructura del Sistema Nervioso

El sistema nervioso humano, en su intrincada arquitectura, integra componentes diversos que resultan esenciales para el procesamiento de la información, sobre todo en lo que respecta a los sentidos

especiales. Este sistema, que abarca el cerebro, la médula espinal y los nervios periféricos, es, en general, un pilar para la adaptación y la supervivencia del organismo. En este sentido, la organización jerárquica del cerebro posibilita una integración bastante sofisticada de la información, facilitando tanto la toma de decisiones como la respuesta emocional, tal y como se analiza en el modelo informacional de la conciencia (Gaiseanu et al. 2020). Además, es vital entender que la interacción entre el sistema nervioso y las vivencias sensoriales está, en la mayoría de los casos, marcada por el legado de las prácticas coloniales y la forma en que éstas han influido en las estructuras de control social (Kimari et al. 2021). La comprensión de estas dinámicas es, sin duda, esencial para conocer cómo el sistema nervioso, a través de sus diversas estructuras, se adapta y responde a los estímulos externos, garantizando así la homeostasis y la experiencia consciente.

Sistema nervioso central y sus componentes

El sistema nervioso central (SNC), con el cerebro y la médula espinal como pilares, es esencial para integrar la información sensorial y motora. El cerebro, ese crisol de áreas funcionales, se encarga de decodificar los estímulos de los sentidos especiales, como la vista, el oído y el gusto. Un ejemplo claro lo encontramos en el sistema nervioso de los pulpos, donde la concentración neuronal en los lóbulos ópticos evidencia cómo las peculiaridades del SNC posibilitan una percepción sensorial y un procesamiento cognitivo sobresalientes (Mostafa et al. 2021). Asimismo, el SNC alberga componentes cruciales como las sinapsis. En estas, la liberación de neurotransmisores como el ATP ocurre de manera convencional y a través de canales, facilitando una transmisión más eficaz de señales en ciertos escenarios, como, por ejemplo, en los botones gustativos (Butler et al. 2023). Esta intrincada red subraya la relevancia del SNC en la percepción y, en general, en la adaptación de los organismos a su entorno.

Sistema nervioso periférico y sus funciones

El sistema nervioso periférico (SNP) es clave, sí, para que sintamos y nos movamos. Integra al sistema nervioso central con cada órgano y tejido del cuerpo. Se puede dividir, a grandes rasgos, en nervios sensoriales y motores. Estos nervios son los que nos permiten darnos cuenta de lo que pasa afuera y adentro, y así reaccionar. Pensemos, por ejemplo, en cómo los nervios periféricos transmiten señales desde los receptores sensoriales. Esto no es solo cosa de humanos, ojo; animales con sistemas nerviosos desarrollados, como el pulpo, también lo hacen. De hecho, el pulpo tiene un SNP superdesarrollado que le permite hacer cosas cognitivas y sensoriales complejas, adaptándose muy bien a su entorno (Mostafa et al. 2021). Además, el SNP, a través del sistema parasimpático, también se encarga de regular cosas importantes como la frecuencia cardíaca, lo cual subraya su rol en la homeostasis del organismo (Chang et al. 2024).

Los Cinco Sentidos Especiales

Los cinco sentidos especiales – a saber, la vista, el oído, el gusto, el olfato y el tacto – son cruciales para nuestra interacción diaria con el entorno. A través de ellos, el sistema nervioso se encarga de procesar información sensorial, permitiéndonos así comprender y responder adecuadamente al mundo que nos rodea. La visión, por ejemplo, se apoya en estructuras neuronales complejas, que transforman la luz en señales eléctricas; un proceso fundamental para la percepción visual. Por otro lado, en el caso del olfato, los receptores olfativos, en colaboración con el sistema nervioso, juegan un papel integral en la identificación de olores y en la memoria que asociamos a estos estímulos. Además, algunos estudios han revelado que durante situaciones adversas, como la pandemia de COVID-19, la capacidad de los niños para regular sus emociones, que está íntimamente ligada a los sentidos, se vió severamente afectada; esto subraya la importancia de los sentidos en su desarrollo social y emocional (May

et al. 2024). En otro orden de ideas, se ha puesto de manifiesto cómo otros organismos, como el pulpo, poseen adaptaciones sensoriales y motoras de lo más complejas, resaltando así la biodiversidad en la percepción sensorial que existe en el reino animal (Mostafa et al. 2021).

Visión general de los cinco sentidos especiales: vista, oído, gusto, olfato y tacto

La forma en que experimentamos el mundo a través de los cinco sentidos especiales —la vista, el oído, el gusto, el olfato y el tacto— es, generalmente hablando, esencial para cómo interactuamos con nuestro entorno. Está, de hecho, muy ligada al sistema nervioso. Estos sentidos, en la mayoría de los casos, permiten que las personas interpreten lo que sucede a su alrededor, lo que facilita que se adapten a diferentes situaciones y entornos. La vista, por ejemplo, no se limita solo a captar la luz; también participa en procesos mentales y emocionales que, en cierto modo, dan forma a la experiencia humana. El oído, por su parte, hace posible la comunicación mediante sonidos, influyendo en la conexión social y la educación. El gusto y el olfato, aunque a veces se piensan juntos, tienen roles muy importantes en la nutrición y el bienestar, mostrando cómo nuestra percepción sensorial está conectada con aspectos vitales de la vida diaria (Brett A Halperin et al. 2023). Finalmente, el tacto nos brinda una comprensión física del mundo que nos rodea, esencial para el desarrollo emocional y las relaciones interpersonales (Mart Aín-Bylund et al. 2023).

El papel de los receptores sensoriales en la detección de estímulos

La interacción de los organismos vivos con su entorno depende, esencialmente, de su capacidad para detectar estímulos, y en este contexto, los receptores sensoriales son actores clave. Estos receptores, que se especializan en la captación de diversos tipos de estímulos, hacen posible la conversión de información del ambiente

en señales eléctricas, que luego son procesadas por el sistema nervioso. Por ejemplo, el sistema nervioso de los pulpos, según se ha observado, incluye una considerable cantidad de lóbulos dedicados a la percepción visual, táctil y quimiosensorial, lo que pone de manifiesto la complejidad de estos animales en cuanto a la detección de estímulos y su adaptación al medio (Mostafa et al. 2021). Los insectos, por su parte, utilizan receptores olfativos pertenecientes a familias proteicas distintas, como los receptores ionotrópicos y los receptores de odorantes, lo que les permite abordar desafíos ecológicos procesando olores de manera eficiente (Miazzi et al. 2021). Así, pues, los receptores sensoriales resultan cruciales para la supervivencia y la interacción en el mundo natural; son, en la mayoría de los casos, determinantes.

El Procesamiento de la Información Sensorial

Comprender cómo opera el sistema nervioso, y cómo se adapta al entorno, depende, en gran medida, del procesamiento de información sensorial. Básicamente, hablamos de recibir y analizar estímulos a través de los sentidos, algo que facilita la interacción eficiente de los organismos con su entorno. En el cerebro, la organización jerárquica, si tomamos como referencia el modelo informacional de la conciencia, parece indicar que la información se integra de arriba a abajo, facilitando la adaptación y, por ende, la supervivencia (Gaiseanu et al. 2020). Y no solo en humanos; si observamos la integración multimodal en insectos, por ejemplo, vemos la complejidad de las interacciones sensoriales. Estudiar esto nos ayuda a entender cómo combinan distintas modalidades sensoriales para llevar a cabo comportamientos complejos, como la navegación o el forrajeo, subrayando la importancia de que el procesamiento de información sea eficaz (Sachse et al. 2022).

Capítulo 7: El sistema nervioso: Neurofisiología motora e integradora.

Introducción

El intrincado sistema nervioso humano orquesta una vasta gama de funciones motoras e integrativas, cruciales para interactuar con el mundo. Entender su fisiología es clave, no solo para tratamientos de lesiones o enfermedades, sino también para desentrañar estrategias de control motor. En este sentido, el pulpo, con su sistema motor único, podría inspirar avances en robótica blanda y terapias neuromusculares. Ahora bien, el movimiento, un comportamiento fundamental, aún carece de un entendimiento total de sus mecanismos. Esto hace que las investigaciones recientes sean importantes para terapias innovadoras que superen las limitaciones de la rehabilitación convencional (N/A 2022), (Hardesty et al. 2020). Explorar estas dinámicas desde una perspectiva integradora es el propósito de este ensayo.

Visión general del papel del sistema nervioso en las funciones motoras e integrativas

El sistema nervioso, en esencia, es un centro de control intrincado que orquesta y modula las variadas reacciones del cuerpo; su rol es fundamental tanto en las funciones motoras como en las integrativas. El movimiento preciso y la ejecución de habilidades motoras complejas son posibles gracias a la interacción entre las neuronas motoras y estructuras como el cerebelo y el sistema motor. Curiosamente, este sistema también unifica información sensorial y emocional; los estudios demuestran, por ejemplo, cómo el estrés y las emociones pueden afectar al rendimiento cognitivo y motor, sobre todo en ámbitos educativos (García et al. 2023). La conexión del núcleo del tracto solitario (NTS) con otras regiones cerebrales permite, además, la integración de señales periféricas, influyendo directamente en las respuestas autonómicas y motoras (Baron et al.

2022). Por tanto, el sistema nervioso no solo gobierna el movimiento, sino que también vincula funciones emocionales y cognitivas, enfatizando la interdependencia de dichos procesos. Diríamos, entonces, que su función integradora va más allá de la mera coordinación motora.

Importancia de entender la neurofisiología en la salud y la enfermedad

Entender la neurofisiología resulta clave, ya que con ello se logra descifrar los mecanismos que subyacen a las funciones cognitivas y motoras del sistema nervioso, lo cual es fundamental tanto para abordar la salud como la enfermedad. Este saber, en la mayoría de los casos, es esencial para crear intervenciones terapéuticas que sean efectivas y que aborden desórdenes neurocognitivos, como por ejemplo, los déficits en la memoria de trabajo, que están atados de forma intrínseca a la actividad neural en la corteza prefrontal. De hecho, investigaciones recientes nos muestran que la carencia de correlatos neuronales durante las distintas etapas de la memoria de trabajo se relaciona con déficits conductuales que son característicos de varias enfermedades, subrayando, en esencia, la relevancia de esta área de estudio (Chang et al. 2023). Sumado a lo anterior, la evaluación de la conectividad del núcleo tractus solitario, en general, revela un papel fundamental en el procesamiento de información interoceptiva, lo que fortalece la conexión que existe entre la neurofisiología y las funciones autónomas. Por ende, se sugiere que entender estos mecanismos podría ser la clave para abordar los trastornos que se relacionan con la salud (Baron et al. 2022).

Estructura del Sistema Nervioso

La arquitectura del sistema nervioso resulta clave para entender su papel en la neurofisiología, tanto motora como integrativa. Este sistema, en esencia, se divide en dos partes principales: el sistema nervioso central (SNC) y el sistema nervioso periférico (SNP).

Ambos colaboran para orquestar los movimientos y tramitar la información sensorial. A nivel celular, la comunicación entre las neuronas motoras y las sinapsis es, digamos, vital; las neuronas motoras sirven de enlace entre el SNC y la musculatura, valiéndose de corrientes de despolarización persistentes que, en general, amplifican la señal sináptica y facilitan la actividad motriz (Blazevich et al. 2023). No obstante, el sistema nervioso presenta intrincadas complejidades, ya que las bases mecánicas de la movilidad humana exigen un control no solo preciso, sino también adaptable. Es aquí donde la jerarquía de circuitos de retroalimentación y anticipación se vuelve fundamental para abordar los desafíos del control motor (Hardesty et al. 2020). Desde esta perspectiva, una comprensión a fondo de la estructura del sistema nervioso nos permite elucidar los mecanismos que sustentan la génesis del movimiento y la recuperación de funciones motoras afectadas.

Sistema nervioso central (SNC) y sus componentes

El sistema nervioso central (SNC), una red compleja de estructuras, orquesta y ajusta las funciones motoras y sensoriales del cuerpo, jugando un papel clave en la integración de información. Principalmente cerebro y médula espinal, el SNC procesa señales de los nervios periféricos y ejecuta respuestas motoras a estímulos internos y externos. La comunicación eficiente entre las regiones del SNC ocurre a través de una intrincada red de circuitos neurológicos. Por ejemplo, la coordinación motora depende de la interacción entre las vías eferentes y aferentes para un control preciso de los movimientos musculares, como se explica en (Hardesty et al. 2020). El estudio de sistemas motores en pulpos destaca cómo adaptaciones anatómicas y funcionales reducen la complejidad del control motor en organismos con cuerpos flexibles, mostrando la diversidad de mecanismos del SNC (N/A 2022).

Sistema nervioso periférico (SNP) y su papel en el control motor

El Sistema Nervioso Periférico (SNP), en esencia, actúa como puente crucial en el control motor. En otras palabras, conecta el sistema nervioso central con nuestros músculos esqueléticos. Este sistema utiliza una variedad de neuronas motoras para transmitir señales, permitiendo que podamos ejecutar movimientos coordinados, desde los más sencillos hasta aquellos que requieren mayor precisión. No obstante, la función del SNP va más allá de solo enviar impulsos eléctricos; también juega un rol importante en la regulación de la retroalimentación sensorial. Dicha retroalimentación nos proporciona información valiosa sobre la posición y el estado de nuestros músculos, un factor clave para afinar nuestros movimientos (Cerin et al. 2024). Desafortunadamente, la pérdida o daño en partes del SNP puede provocar trastornos motores importantes, como la neuropatía diabética, una condición que afecta a un número considerable de personas en todo el mundo (GBD 2021 Collaborators NSD et al. 2024). En consecuencia, la comprensión profunda de las dinámicas del SNP resulta esencial, no solo para el estudio del control motor, sino también para la creación de tratamientos terapéuticos efectivos.

Neurofisiología Motora

La neurofisiología motora, un área esencial, examina las intrincadas conexiones entre el sistema nervioso y la producción de movimiento, cubriendo tanto los procesos celulares básicos como las integraciones más extensas. En este campo se analiza cómo las neuronas motoras, nexo entre el sistema nervioso central y la musculatura, potencian las señales sinápticas excitatorias para generar respuestas neuronales concretas. La habilidad de las neuronas motoras para generar las llamadas corrientes despolarizantes persistentes (PICs) es, digamos, vital para sostener la excitabilidad de la célula; esto les permite alcanzar las frecuencias de descarga necesarias para la ejecución de movimientos coordinados y de una precisión notable. No obstante, y con el transcurso de los años, se ha notado una merma en la

participación de las PICs en la actividad de descarga neuronal, lo que podría explicar la reducción de la fuerza y la función física en personas de edad avanzada (Blazevich et al. 2023). Sumado a esto, el manejo correcto del estrés y de las emociones puede llegar a influir en la capacidad de aprendizaje y adaptación motora, lo que sugiere que un equilibrio emocional adecuado puede mejorar el rendimiento motor (Garc Cía et al. 2023).

Mecanismos de contracción muscular y reclutamiento de unidades motoras

La contracción muscular, un proceso intrincado, depende de la interacción entre las unidades motoras y el sistema nervioso para permitir movimientos coordinados. Investigaciones iniciales, como las de Adrian y Bronk (1928-1929), demostraron que cada fibra muscular responde a impulsos de sus motoneuronas. Esto subraya la relevancia del reclutamiento y la modulación de la frecuencia de descarga neuronal para generar fuerza (Farina et al. 2024). En condiciones patológicas, como la Polineuropatía Inflamatoria Crónica Desmielinizante (CIDP), la estabilidad de la transmisión neuromuscular puede verse afectada, presentando alteraciones en la cantidad y capacidad de activación de las unidades motoras (Gilmore et al. 2020). Generalmente hablando, esta comprensión global de los mecanismos de contracción muscular y el reclutamiento de unidades motoras es, en la mayoría de los casos, fundamental para abordar tanto la fisiología normal como las disfunciones del sistema neuromuscular. Este entendimiento, si se me permite la aclaración, resulta crucial en el campo.

Vías involucradas en movimientos voluntarios e involuntarios

En el ámbito del estudio de las vías neuronales, resulta esencial comprender la intrincada interacción de los circuitos del sistema nervioso para regular movimientos voluntarios e involuntarios. Los movimientos voluntarios, como sabemos, están controlados en gran

medida por el sistema motor, abarcando áreas como la corteza motora y los ganglios basales, lo que facilita una ejecución consciente y, por supuesto, precisa. Sin embargo, los movimientos involuntarios, como los tics, pueden surgir, generalmente hablando, de un desequilibrio en la regulación neuromotora, donde se observa un aumento patológico de señales motoras que, hasta cierto punto, emulan acciones voluntarias, tal y como se describe en diversos estudios sobre el control de tics (Ganos et al. 2020). Técnicas como la retroalimentación visual en espejo han demostrado tener influencia en la percepción del movimiento, lo que sugiere que la integración de procesos sensoriales y motores, desde un punto de vista neurofisiológico, juega un papel crucial en la ejecución tanto de movimientos involuntarios como de los voluntarios (Arendt-Nielsen et al. 2023).

Neurofisiología Integrativa

La neurofisiología integrativa emerge como un área fundamental para entender cómo opera el sistema nervioso. Su punto central es la conexión entre las redes neuronales, que controlan tanto el movimiento como la cognición y las emociones. Este abordaje, que considera múltiples dimensiones, busca explicar cómo las emociones y el estrés impactan en el aprendizaje y la adaptación. Se subraya que las situaciones estresantes, aunque usualmente negativas, pueden ser aprovechadas para mejorar el rendimiento cognitivo (Garc Cía et al. 2023). Por otro lado, ciertas enfermedades neurológicas pueden afectar la capacidad integrativa del sistema nervioso, lo que incrementa la importancia de la prevención y la rehabilitación (Cerin et al. 2024). Al examinar estas complejas interacciones, la neurofisiología integrativa profundiza nuestra comprensión de la función neuronal y ofrece valiosas ideas para la intervención clínica y, en general, en el ámbito educativo.

Capítulo 8: Metabolismo y regulación

Introducción

El estudio del metabolismo, así como su regulación, es clave para comprender cómo los organismos mantienen la homeostasis, respondiendo a su vez a cambios tanto internos como externos. Esta temática, generalmente hablando, adquiere una particular relevancia al examinar aquellos mecanismos hormonales que controlan procesos, como, por ejemplo, el metabolismo de la glucosa. En este contexto, se han propuesto enfoques que, en la mayoría de los casos, enfatizan la interdependencia de las estructuras funcionales dentro de un sistema biológico (Bich et al. 2020). Aquí, la regulación no se limita a los bucles de retroalimentación; más bien, se extiende a un marco más orgánico que abarca múltiples niveles jerárquicos de interacción. El papel de factores genéticos —tal como las variantes polimórficas del gen Klotho— también influye en el metabolismo de la vitamina D, lo que, como es sabido, puede tener implicaciones aún más amplias para enfermedades autoinmunes como la esclerosis múltiple (Sasso BL et al. 2020). Estos elementos subrayan la complejidad de la regulación metabólica y la necesidad de adoptar una perspectiva integradora para abordarla adecuadamente.

Definición del Metabolismo

El metabolismo, crucial para la vida, comprende la totalidad de las reacciones químicas dentro de los seres vivos, destinadas a la homeostasis, la generación de energía y la síntesis de moléculas vitales. Este proceso, intrincado, se divide esencialmente en dos partes: el catabolismo, que involucra la descomposición de compuestos complejos para la liberación energética, y el anabolismo,

que aprovecha esa energía para edificar estructuras celulares y moléculas imprescindibles en el desarrollo y la reparación. La interpretación del metabolismo ha cambiado notablemente, resaltando la trascendencia de los fenómenos catalíticos en la biología. De hecho, ciertas discusiones científicas actuales giran en torno a la preeminencia del metabolismo en comparación con la genética en el origen de la vida (N S Punekar 2020). Aunado a esto, el análisis de las redes biológicas ha facilitado una perspectiva más global, sugiriendo que los niveles de organización y las interacciones metabólicas son elementales para comprender cabalmente la regulación metabólica (Hilgetag et al. 2020).

Importancia de la Regulación Metabólica

La regulación metabólica, un proceso esencial, posibilita que los organismos mantengan la homeostasis y se adapten a entornos cambiantes. Este sistema de control, más allá de asegurar el equilibrio interno de las biomoléculas, coordina las respuestas fisiológicas necesarias ante el estrés externo. Pensemos, por ejemplo, en el reloj circadiano, que regula funciones biológicas esenciales, como las respuestas a temperaturas extremas, gracias a la interacción de factores de transcripción rítmicos que modulan la expresión génica en plantas (Bonnot et al. 2020). La regulación hormonal, por su parte, juega un papel crucial a través de bucles de retroalimentación que mantienen la concentración de glucosa en la sangre en un rango óptimo, favoreciendo el correcto funcionamiento celular (Bich et al. 2020). En esencia, estos mecanismos demuestran la complejidad e importancia de la regulación metabólica, cuyos efectos se extienden a múltiples dimensiones fisiológicas y, claro, ecológicas, asegurando la supervivencia y el rendimiento de los organismos.

Visión General de las Vías Metabólicas

La clave para descifrar los procesos bioquímicos vitales reside en la comprensión de las vías metabólicas. Estas rutas, que posibilitan la conversión de nutrientes en energía y biomoléculas esenciales para la célula, interactúan de forma compleja con la regulación genética y, en general, epigenética. Vías como la glucólisis y la fosforilación oxidativa se regulan mediante diversas señales internas y externas, mostrando la interconexión entre el metabolismo y el genoma; un punto importante a tener en cuenta. Las nuevas tecnologías de secuenciación y edición genética han clarificado el papel de las modificaciones epigenéticas en la regulación de estas vías, añadiendo una capa de complejidad adicional a nuestra comprensión del metabolismo, [extractedKnowledge9]. Por lo tanto, el estudio de estas interacciones se considera una prioridad para futuras investigaciones que buscan esclarecer cómo las alteraciones en las vías metabólicas pueden influir en diversas condiciones patológicas (Dehkordi B et al. 2020), (Baruah et al. 2020).

Vías Catabólicas vs. Vías Anabólicas

El metabolismo celular, generalmente hablando, puede considerarse dividido en dos grandes avenidas: las rutas catabólicas y anabólicas, cada cual cumpliendo una función vital en el mantenimiento de la homeostasis del organismo. Las vías catabólicas se dedican a la fragmentación de moléculas de estructura compleja, con el objetivo de liberar energía; este proceso, a su vez, facilita la creación de ATP. En contraste, las vías anabólicas aprovechan esta energía recién obtenida para la síntesis de biomoléculas imprescindibles, como proteínas y ácidos nucleicos. Esta suerte de danza entre ambas vías es prueba de una regulación metabólica eficaz, donde la producción de energía y la síntesis celular alcanzan un balance delicado y preciso.

Por ejemplo, en la mayoría de los casos, ciertos metabolitos activadores han demostrado tener un rol decisivo en la regulación de estas mismas vías. Estos metabolitos influyen no solo en la eficacia metabólica, sino también en la adaptabilidad de la célula ante cambios en su entorno (Zubaidi A et al. 2023). De igual forma, el análisis de los mecanismos que regulan el metabolismo desvela interacciones intrincadas, las cuales pueden afectar la virulencia de diversos patógenos, haciendo hincapié en la importancia de entender estas vías en el contexto de la salud y la enfermedad (Gárriz et al. 2022). En esencia, esta red de procesos es mucho más compleja de lo que parece a simple vista, pero el entendimiento de sus dinámicas es crucial.

Principales Vías Metabólicas en la Fisiología Humana

Entender las principales rutas metabólicas dentro de la fisiología humana es, digamos, **bastante** fundamental para poder entender bien los mecanismos complejos que se encargan de regular la homeostasis en el organismo. Estas rutas, entre las que encontramos la glucólisis, el ciclo de Krebs, y también la fosforilación oxidativa, son, no solo importantísimas para la producción de energía, sino que además tienen un papel vital en la biosíntesis de biomoléculas esenciales. Como ejemplo, los procesos de oxidación y reducción que ocurren a lo largo de estas vías, metabolizan sustratos con el objetivo de generar ATP, que, en esencia, es esencial para que funcionen las células. Y además, nuevos hallazgos parecen sugerir que ciertas moléculas, como por ejemplo el sulfuro de hidrógeno (H_2S), actúan como reguladores endógenos en la señalización celular, interactuando a su vez con otros compuestos bioactivos, y contribuyendo así a varias funciones fisiológicas, desde la regulación de la presión

arterial, hasta, digamos, la modulación de la apoptosis (Cirino G et al. 2023). Por todo ello, un estudio detallado de estas rutas se hace indispensable para entender no solo la energía, sino también las respuestas adaptativas del organismo (Satish C Bhatla et al. 2020).

Regulación Hormonal del Metabolismo

El equilibrio energético del cuerpo depende en gran medida de la intrincada regulación hormonal del metabolismo. Para mantener la homeostasis metabólica, hormonas como la insulina, el glucagón y las hormonas tiroideas resultan indispensables, ya que regulan tanto el uso como el almacenamiento de nutrientes. A modo de ilustración, un exceso de grasa corporal podría perturbar esta regulación, lo que llevaría a una resistencia a la insulina, vinculada a afecciones como el síndrome de ovario poliquístico y diversas enfermedades cardiometabólicas (Dudziak et al. 2025). Adicionalmente, se ha notado que la activación del tejido adiposo marrón es crucial para la termogénesis, así como para la regulación del gasto calórico, lo que subraya su relevancia en el ámbito del metabolismo energético (Bienboire-Frosini et al. 2023). En consecuencia, entender la interacción hormonas-metabolismo no solo es fundamental para tratar la obesidad, sino también para diseñar intervenciones eficaces en la salud metabólica de las personas.

Papel de la Insulina y el Glucagón

La regulación del metabolismo energético depende, en gran medida, del papel esencial que desempeñan la insulina y el glucagón; estas hormonas son clave en el control de los niveles de glucosa sanguínea. En general, la insulina, segregada por las células β pancreáticas, facilita la absorción de glucosa celular, promoviendo tanto su uso como fuente energética como el almacenamiento de glucógeno

hepático y muscular. Ahora bien, el glucagón, elaborado por las células α , tiene una función opuesta: estimula la liberación de glucosa ya almacenada cuando la concentración de glucosa en la sangre disminuye, manteniendo así la homeostasis. Esta interacción dinámica entre la insulina y el glucagón pone de manifiesto un complejo sistema hormonal que se vale de bucles de retroalimentación para regular con precisión la concentración glucémica, lo que contribuye a la estabilidad del organismo según sus necesidades energéticas (Bich et al. 2020), (Mujtahid et al. 2020) .

Impacto de las Hormonas Tiroideas en el Metabolismo

En el intrincado entramado de la regulación energética del cuerpo, el papel de las hormonas tiroideas en el metabolismo emerge como un factor crucial. Principalmente la tiroxina (T4) y la triyodotironina (T3), estas hormonas son fundamentales en la orquestación de variadas funciones metabólicas, contemplando el consumo de oxígeno y la generación de calor. Se ha evidenciado en diversas investigaciones que la disfunción tiroidea puede desencadenar alteraciones importantes en el metabolismo tanto de carbohidratos como de lípidos. Esto, a su vez, podría inducir resistencia a la insulina y fomentar procesos inflamatorios con repercusiones en la salud general (Barber et al. 2020). Es importante señalar, además, cómo la interacción entre la función tiroidea y la nutrición pone de relieve la importancia de micronutrientes como el yodo y el selenio en la síntesis hormonal; lo que sugiere, sin duda, que una dieta equilibrada es esencial para mantener una funcionalidad tiroidea adecuada (Esposito S et al. 2024). En consecuencia, entender estos mecanismos resulta de vital importancia para el abordaje de desórdenes tanto metabólicos como endocrinos.

Influencias Ambientales y Nutricionales

El metabolismo humano, en realidad, se ve afectado por varios factores ambientales y nutricionales, los cuales son bastante importantes para mantener una buena salud y bienestar. La industrialización, como sabemos, ha implicado una gran exposición a contaminantes que, en algunos casos, pueden cambiar procesos biológicos que son esenciales. Por ejemplo, se ha visto que exponerse a ciertas sustancias sintéticas se relaciona con la calidad del semen, afectando el ciclo de espermatogénesis y, digamos, promoviendo la apoptosis de células germinales (Baskaran et al. 2021). Además, el estrés oxidativo, que surge cuando hay un desbalance entre las especies reactivas de oxígeno y los antioxidantes, puede tener efectos bastante negativos en la función metabólica. Este fenómeno se asocia con problemas en las mitocondrias y podría empeorar enfermedades metabólicas (Ademowo et al. 2024). Así, entender mejor estas influencias es clave para poder crear estrategias de intervención nutricional y ambiental que realmente ayuden a mejorar la salud metabólica.

Capítulo 9: Fisiología Deportiva.

Introducción

Comprender en profundidad cómo actúa el cuerpo es esencial si se quiere ajustar el entrenamiento y la práctica deportiva para lograr mejoras notables en el rendimiento físico. La fisiología deportiva se presenta como un área fundamental, ya que examina de forma directa la manera en que los sistemas biológicos reaccionan y se adaptan al ejercicio —lo que, en la mayoría de los casos, ayuda a elaborar programas efectivos que potencian la capacidad atlética y reducen riesgos de lesiones. Con la fusión de conocimientos sobre biomecánica, anatomía y fisiología se construye, de modo algo inesperado, un marco teórico que apoya a entrenadores y deportistas en la correcta aplicación de técnicas deportivas, aprovechando principios físicos y mecánicos en los movimientos humanos (Kumar V et al. 2023). Por otro lado, esta disciplina integra matices médicos, psicológicos y sociales; en general, fomenta no solo la excelencia deportiva sino también la salud integral y el bienestar, algo que hoy se refleja en enfoques novedosos tanto en la educación física como en la rehabilitación deportiva a nivel comunitario y profesional (N/A 2023).

Los músculos en el ejercicio.

El cuerpo se adapta al esfuerzo principalmente gracias a cómo responden sus músculos esqueléticos. Durante el ejercicio, estos tejidos sufren cambios, tanto en su funcionamiento como a nivel molecular, que ayudan a mejorar la resistencia y el rendimiento. Por ejemplo, estudios realizados en modelos animales han mostrado que un entrenamiento progresivo con resistencia puede aumentar de forma significativa la fuerza, la potencia y el tamaño muscular; sin

embargo, en las personas mayores la respuesta a veces se ve limitada por una resistencia anabólica, lo cual enfatiza—en la mayoría de los casos—la necesidad de ajustar los programas de ejercicio según la edad (Fandrey et al. 2019). A nivel celular, el ejercicio incita variaciones epigenéticas y transcriptómicas en los núcleos musculares; esto crea un ambiente propicio para la hipertrofia mediante una reprogramación metabólica que reduce la oxidación y favorece un rápido crecimiento biosintético (Edman et al. 2023). En definitiva, estos procesos demuestran la complejidad y plasticidad del sistema muscular en la fisiología humana durante la actividad física.

Respiración en el ejercicio.

Cuando se hace ejercicio, el sistema respiratorio se vuelve indispensable para pulir el intercambio de gases y atender esas intensas demandas metabólicas. Se observa que la frecuencia al respirar y, de modo similar, el volumen tidal se elevan – impulsando la entrada de oxígeno y facilitando la eliminación del dióxido de carbono – gracias a mecanismos fisiológicos bastante complejos que, en la mayoría de los casos, mantienen la homoeostasis.

Si la función respiratoria se ve comprometida –por ejemplo, en algunos pacientes con reparaciones cardíacas– se empiezan a notar cambios importantes en la oxigenación, tanto a nivel muscular como cerebral, durante el esfuerzo; esto, naturalmente, reduce la tolerancia al ejercicio. Diversas investigaciones indican que, en esos escenarios, la brecha entre lo que se ofrece y lo que se requiere de oxígeno en los tejidos podría explicar la aparición de fatiga prematura y una merma en el rendimiento físico(Boone et al. 2019).

En definitiva, comprender la fisiología de la respiración durante la actividad física no solo ayuda a identificar disfunciones, sino que

también permite ajustar las intervenciones clínicas para potenciar la capacidad funcional y mejorar, en última instancia, la calidad de vida(N/A 2021).

Aparato cardiovascular durante el ejercicio.

El cuerpo se adapta de forma asombrosa a las exigencias del ejercicio, reacomodando sus funciones para, generalmente, mejorar el rendimiento y mantener su equilibrio interno –o lo que solemos llamar homeostasis. En muchas ocasiones, el sistema cardiovascular se encarga de regular el latido del corazón, enviando oxígeno y nutrientes a los músculos activos y, a su vez, ayudando a eliminar los desechos del metabolismo. Durante la actividad, se nota un incremento en la frecuencia cardíaca y en el volumen de sangre bombeado, lo que favorece que la circulación se dirija inesperadamente hacia la musculatura esquelética, mientras que el flujo hacia la piel se modula para disipar el calor generado por dicho metabolismo (N/A 2021). Estos procesos, fundamentalmente vinculados a la termorregulación –por ejemplo, mediante la vasodilatación cutánea y la sudoración– se intensifican según la fuerza y duración del ejercicio, así como las condiciones ambientales (Lenasi et al. 2023). En definitiva, el corazón no solo impulsa el rendimiento muscular, sino que, de modo integral, contribuye a conservar el equilibrio térmico durante el esfuerzo físico.

Líquidos corporales y sal durante el ejercicio

Durante una sesión de ejercicio intenso, cuidar que el cuerpo mantenga el equilibrio en líquidos y sales –sobre todo la sal– se vuelve fundamental para que tanto el rendimiento como la salud no se vean afectados. Al sudar, el organismo no sólo pierde agua, sino también minerales importantes como el sodio, potasio y cloruro, que

son imprescindibles para que los músculos se contraigan y los nervios transmiten señales de manera adecuada. Algunos estudios modernos muestran que, generalmente, hay diferencias entre hombres y mujeres en la concentración de estos elementos; se observan variaciones en sangre, saliva, orina y hasta en el sudor, lo que sugiere que, en muchos casos, resultaría útil plantear estrategias personalizadas para la hidratación y la reposición salina (Kandeepan et al. 2021). Por otro lado, resulta interesante notar que el equilibrio de estos componentes se relaciona estrechamente con procesos como la digestión y el metabolismo; la medicina tradicional Ayurveda, por ejemplo, recomienda una dieta regulada junto con ejercicios adaptados a la constitución individual, resaltando así la importancia de gestionar correctamente líquidos y nutrientes para evitar desajustes fisiológicos (Sawarkar et al. 2021). En definitiva, comprender esta red de relaciones es clave para optimizar el funcionamiento del cuerpo durante la actividad física.

Capítulo 10: Embarazo y Lactancia

Introducción

La introducción del ensayo Embarazo y Lactancia establece el contexto crítico en el que se enmarcan estos dos procesos interrelacionados que son fundamentales para la salud materno-infantil. Durante el embarazo, las mujeres experimentan cambios fisiológicos y emocionales significativos que afectan su capacidad para amamantar adecuadamente. La lactancia materna, recomendada por la Organización Mundial de la Salud durante los primeros seis meses de vida, no solo proporciona nutrientes esenciales al recién nacido, sino que también favorece su inmunidad y desarrollo a largo plazo. Sin embargo, a pesar de sus innumerables beneficios, muchas madres enfrentan desafíos que dificultan la práctica de la lactancia exclusiva. Estos factores, que incluyen creencias culturales y limitaciones laborales, deben ser abordados para promover decisiones informadas que impacten positivamente tanto en la madre como en el infante. Según estudios recientes, la lactancia exclusiva se ha asociado con la reducción del riesgo de enfermedades crónicas en niños y beneficios significativos para la salud materna, lo que subraya la importancia de fortalecer el apoyo a estas prácticas (Nasir M 2024), (Mattehullah et al. 2025).

Definición de embarazo y lactancia

El embarazo y la lactancia son procesos interrelacionados que desempeñan un papel crucial en la salud materno-infantil. El embarazo se define como el período de desarrollo del feto dentro del útero, que abarca aproximadamente 40 semanas, desde la concepción hasta el nacimiento. Durante este tiempo, el organismo de la madre experimenta cambios significativos que afectan tanto su salud como la del feto. Por otro lado, la lactancia se refiere al proceso de

alimentar al recién nacido con leche materna, comenzando generalmente dentro de la primera hora después del parto. Este acto no solo proporciona nutrientes esenciales sino que también promueve un vínculo emocional entre madre e hijo, beneficiando su desarrollo a largo plazo. Sin embargo, las definiciones y prácticas en torno a estos procesos pueden variar, lo que influye en la medición de indicadores de salud, como se observa en la investigación relacionada con la lactancia (Chabe-Ferret et al. 2024) y la consideración de género en situaciones de salud pública (Smith et al. 2022).

Importancia de entender la relación entre el embarazo y la lactancia

La comprensión de la relación entre el embarazo y la lactancia es crucial no solo para la salud materna, sino también para el desarrollo integral del recién nacido. Durante el embarazo, la madre libera hormonas que preparan su cuerpo para la lactancia, un proceso que asegura que el bebé reciba los nutrientes esenciales para su crecimiento y desarrollo. Investigaciones demuestran que las mujeres con un conocimiento adecuado sobre la lactancia tienen mayores probabilidades de iniciar la lactancia de manera temprana, lo cual se asocia con un menor riesgo de complicaciones postparto y una mejor salud infantil (Hikmandayani et al. 2023). Además, se ha observado que un apoyo adecuado durante este período puede mejorar significativamente la relación madre-hijo, afectando positivamente tanto el bienestar emocional como el desarrollo cognitivo del niño (Fitzsimons et al. 2023). Por lo tanto, es fundamental promover la educación sobre estas interconexiones para mejorar tanto la salud de la madre como la del bebé.

Cambios Físicos Durante el Embarazo

Durante el embarazo, el cuerpo de la mujer experimenta una serie de cambios físicos significativos que son fundamentales para el desarrollo del feto y la preparación para la lactancia. Entre estos

cambios, destaca el aumento de los requerimientos de calcio, que es crucial para la formación ósea del bebé, lo que implica adaptaciones esqueléticas complejas en la madre. Estas adaptaciones hormonales, además de influir en la estructura ósea, pueden tener beneficios a largo plazo en la densidad ósea, aunque también pueden llevar a condiciones como la osteoporosis inducida por el embarazo y la lactancia, que es relativamente rara pero preocupante. A su vez, la intención de amamantar se ha relacionado con factores emocionales como la atención plena durante el embarazo, sugiriendo que una mayor conciencia del estado emocional podría facilitar la lactancia exitosa. Este vínculo entre cambios físicos y psicológicos resalta la importancia de apoyar a las futuras madres en ambas dimensiones durante este periodo crucial (Boekhorst et al. 2021), (Bonnet et al. 2020). Cambios hormonales y sus efectos en el cuerpo

Durante el embarazo y la lactancia, los cambios hormonales son un fenómeno fundamental que afecta tanto la fisiología materna como el desarrollo fetal. La interacción de hormonas como los estrógenos y la progesterona no solo regula el crecimiento del tejido mamario, sino que también influye en el metabolismo de la madre. Estas modificaciones hormonales pueden predisponer a las mujeres a complicaciones como la resistencia a la insulina y alteraciones del metabolismo lipídico, lo que es especialmente relevante en contextos como la fertilización in vitro, donde la administración de hormonas puede amplificar estos efectos (Barber et al. 2020). Además, estudios recientes han demostrado que el índice de masa corporal de la madre está vinculado a las prácticas de lactancia, donde un mayor índice se asocia con una disminución en la duración de la lactancia, lo que podría repercutir en la salud metabólica de la madre y del infante (on behalf of the Consortium U 2024). Estos aspectos evidencian la complejidad de los cambios hormonales durante la gestación y la lactancia y sus implicaciones en la salud materno-infantil.

Necesidades nutricionales y ajustes dietéticos

Durante el embarazo y la lactancia, las necesidades nutricionales de la madre y el bebé son críticas y deben ser atendidas de manera efectiva para garantizar la salud óptima de ambos. La nutrición adecuada no solo apoya el crecimiento fetal, sino que también afecta la producción y calidad de la leche materna. Por ejemplo, se ha observado que muchas madres en programas como WIC reportan que la cantidad de fórmula proporcionada es insuficiente, lo que puede contribuir a la sobrealimentación de los bebés, afectando su crecimiento saludable (Anderson et al. 2020). Además, se reconoce que la educación sobre la alimentación y la capacidad de identificar las señales de saciedad en los infantes son esenciales para prevenir problemas de sobrepeso en los primeros meses de vida (Anderson et al. 2020). Por lo tanto, es fundamental implementar ajustes dietéticos específicos que aborden estas necesidades, asegurando que tanto la madre como el bebé reciban el soporte nutricional adecuado durante estas etapas críticas.

Impacto Psicológico del Embarazo

El embarazo no solo conlleva cambios fisiológicos en la madre, sino que también tiene un profundo impacto psicológico que puede influir en la experiencia de la lactancia. Durante esta etapa, muchas mujeres experimentan una variedad de emociones, desde la alegría hasta la ansiedad y la incertidumbre, lo que puede afectar su capacidad para amamantar. Específicamente, emociones negativas como la depresión posparto pueden llevar a una interrupción temprana de la lactancia, mientras que sentimientos positivos fomentan una mayor persistencia en esta práctica beneficiosa. Según investigaciones recientes, el bienestar emocional de la madre está intrínsecamente relacionado con su salud mental en el contexto de la lactancia, destacando la necesidad de abordar estos aspectos psicosociales durante las consultas prenatales (Jacobs et al. 2022). Además, la salud materna, que incluye factores como la dieta y condiciones médicas, también puede influir en la duración de la lactancia, revelando cómo el estado

psicológico puede afectar el deseo y la capacidad de amamantar (Weinberg Y 2023).

Cambios emocionales y consideraciones de salud mental

El embarazo y la lactancia representan períodos de transformación emocional considerable en la vida de una mujer, donde los cambios hormonales y las expectativas sociales juegan un papel crucial. Durante la pandemia de COVID-19, estas experiencias también se han visto profundamente afectadas, ya que muchas madres enfrentaron un aumento en la percepción de aislamiento y estrés, lo que impactó negativamente en su salud mental. Estudios han evidenciado que la percepción de apoyo social es fundamental para el bienestar emocional, observándose que, aunque un 75.8% de las madres mantenía un nivel normal de apoyo social, la falta de apoyo afectivo se correlacionaba con problemas de salud mental. Además, experiencias de lactancia positivas se asociaron con un mayor tiempo disponible para la crianza, mientras que separaciones de los recién nacidos o la falta de apoyo profesional afectaron negativamente la salud mental de las madres. Estas dinámicas resaltan la importancia de fortalecer las redes de apoyo para mitigar el impacto emocional durante estos períodos críticos.

El papel de los sistemas de apoyo durante el embarazo

Durante el embarazo, el papel de los sistemas de apoyo se vuelve fundamental para garantizar la salud y el bienestar tanto de la madre como del bebé. La calidad de este soporte puede influir significativamente en la experiencia del embarazo y en las prácticas de lactancia posteriores. Es crucial que las mujeres reciban un acompañamiento emocional y práctico, que puede provenir de familiares, amigos y profesionales de la salud. En este contexto, la revisión sobre las experiencias de las mujeres lactantes durante la pandemia reveló la importancia de la información clara y el apoyo accesible, tanto presencial como emocional, para enfrentar los

desafíos de la lactancia en tiempos difíciles (Beake et al. 2024). Asimismo, se ha observado que las mujeres con un historial de trastornos alimentarios tienen trayectorias variadas durante el embarazo, lo que resalta la necesidad de un sistema de apoyo adaptado a sus circunstancias particulares (Gulliksen et al. 2024). Así, un sistema de apoyo robusto no solo mejora la experiencia del embarazo, sino que también establece un precedente positivo para la lactancia.

Beneficios de la Lactancia

La lactancia materna ofrece una serie de beneficios comprobados tanto para el bebé como para la madre, lo que la convierte en una práctica fundamental en el periodo postnatal. Desde una perspectiva infantil, la leche materna proporciona anticuerpos que ayudan a reducir la incidencia de infecciones respiratorias, gastrointestinales y otitis, así como una disminución en el riesgo de condiciones graves como el síndrome de muerte súbita del lactante y ciertos tipos de cáncer, como la leucemia infantil (Anukam et al. 2024). Por otro lado, la madre también se beneficia: estudios sugieren que las mujeres que practican la lactancia tienden a presentar niveles más altos de atención plena, lo cual se asocia con una mayor intención de amamantar (Boekhorst et al. 2021). Esta interacción entre los beneficios físicos y emocionales resalta la importancia de fomentar la lactancia como parte de la salud integral durante la maternidad, no solo favoreciendo el desarrollo del infante, sino también contribuyendo al bienestar psicoemocional de las madres.

Beneficios para la salud del infante

Durante la gestación y el periodo de lactancia, los beneficios para la salud del infante son múltiples y fundamentalmente importantes. La nutrición materna, específicamente la ingesta adecuada de nutrientes esenciales como el ácido docosahexaenoico (DHA), ha demostrado ser crucial para el desarrollo óptimo del cerebro y la visión del bebé,

así como para la prevención de complicaciones durante el embarazo, lo que puede influir en la salud a largo plazo del niño (Bartosiński et al. 2025). La lactancia materna, por su parte, proporciona no solo nutrientes vitales, sino también anticuerpos que ayudan a fortalecer el sistema inmunológico, reduciendo el riesgo de enfermedades infecciosas (Tennessee. Department of Health. 2021). Estos aspectos subrayan la significancia de una atención integral durante estos períodos críticos, resaltando cómo las decisiones nutricionales de la madre son determinantes para el bienestar futuro del infante y su desarrollo saludable.

Ventajas para la madre

La lactancia materna no solo beneficia al recién nacido, sino que también ofrece múltiples ventajas para la madre. Entre estas, se destaca la reducción del riesgo de desarrollar enfermedades como cáncer de mama y ovario, así como problemas metabólicos y cardiovasculares. Además, amamantar facilita la recuperación posparto al ayudar al útero a regresar a su tamaño original y al reducir la pérdida de sangre. Según estudios recientes, más de la mitad de las madres postnatales son conscientes de los beneficios para la salud que ofrece la lactancia, así como de la importancia del calostro y la unión emocional que se establece durante este período (A et al. 2024). Asimismo, la lactancia se ha asociado con beneficios económicos significativos, al disminuir los costos de alimentación infantil y fomentar un ambiente familiar más saludable (Dewi et al. 2020). En conjunto, estas ventajas hacen que la lactancia materna sea una opción beneficiosa tanto para la madre como para el bebé.

Conclusión

En conclusión, la intersección entre la nutrición materna y la lactancia es crucial para el bienestar tanto de la madre como del recién nacido. La investigación ha demostrado que la suplementación nutricional durante la lactancia no solo mejora el estado de

micronutrientes en las madres, sino que también influye positivamente en la salud de los infantes al incrementar sus niveles de ferritina y vitamina A, elementos esenciales para un crecimiento adecuado (Bhandari et al. 2024). Además, los riesgos asociados al cambio climático, como el aumento de la contaminación y las olas de calor, representan amenazas significativas para la salud materna e infantil, exacerbando problemas que podrían solucionarse mediante intervenciones adecuadas (Chou et al. 2024). Por lo tanto, es imperativo que se promuevan políticas públicas que aborden estas cuestiones, garantizando un ambiente saludable y nutritivo que favorezca el desarrollo óptimo de las madres y sus hijos durante esta etapa vital.

Resumen de los puntos clave discutidos

En la discusión sobre el embarazo y la lactancia, se destacan múltiples puntos clave que subrayan la importancia de la atención integral a las mujeres durante estos períodos críticos. Uno de los aspectos más relevantes es la administración de medicamentos a mujeres lactantes, donde se enfatiza que el conocimiento sobre la transferencia de fármacos a la leche materna es esencial para que las matronas y los estudiantes de enfermería puedan proporcionar una atención segura y efectiva. (Sharp et al. 2022) Además, se identifican las intervenciones basadas en evidencias que respaldan el manejo del peso en el posparto, señalando que desarrollar estrategias que se integren en la vida activa de las mujeres puede ser crucial para el éxito en la pérdida y mantenimiento del peso. (Anderson et al. 2020) Estos puntos evidencian la necesidad de un enfoque bien informado y comprensivo que donde se prioricen tanto la salud materna como el bienestar del bebé.

La importancia de la educación y el apoyo en el embarazo y la lactancia

La educación y el apoyo durante el embarazo y la lactancia son fundamentales para garantizar la salud y el bienestar tanto de la madre como del bebé. El conocimiento adecuado sobre la nutrición y las prácticas de lactancia puede aumentar significativamente la confianza de las madres, lo que a su vez se traduce en una mayor duración y exclusividad del amamantamiento (Dewi et al. 2020). Además, el apoyo emocional y práctico por parte de la pareja y la familia desempeña un papel crucial en la experiencia postnatal de la madre, como se evidencia en investigaciones que muestran que la seguridad postnatal se ve influenciada por factores como el nivel educativo y el apoyo familiar durante el embarazo (ALTUNTUĞ et al. 2024). Así, la promoción de programas educativos que incluyan la participación de todos los miembros de la familia es esencial para mejorar los resultados en la salud neonatal y maternal, estableciendo una base sólida para el desarrollo futuro del niño.

Referencias:

- Brohawn, Stephen Graf, Kern, David M, Reid, Michelle S 2020, *Cryo-EM structure of the potassium-chloride cotransporter KCC4 in lipid nanodiscs.*, eScholarship, University of California, <https://core.ac.uk/download/323062417.pdf>
- Haase, Hajo, Maares, Maria 2020, *A Guide to Human Zinc Absorption: General Overview and Recent Advances of In Vitro Intestinal Models*, <https://core.ac.uk/download/322792238.pdf>
- Razmara, Parastoo, University of Lethbridge. Faculty of Arts and Science 2021, *Effect of copper nanoparticles on rainbow trout olfaction and recovery*, Department of Biological Sciences, <https://core.ac.uk/download/475139292.pdf>
- Lingda Meng, Peng Yu, Tianxiang Gu, Zhijing Wei, Zhiwei Zhang 2024, *The role of microglia in Neuroinflammation associated with cardiopulmonary bypass*, Frontiers Media S.A., <https://core.ac.uk/download/636117798.pdf>
- Freeman, Jennifer L, Stradtman, Sydney C 2021, *Mechanisms of Neurotoxicity Associated with Exposure to the Herbicide Atrazine*, 'Purdue University (bepress)', <https://core.ac.uk/download/529679903.pdf>
- Jeffrey G. Tasker, Jeffrey G. Tasker, Xin Fu, Xin Fu 2024, *Neuromodulation of inhibitory synaptic transmission in the basolateral amygdala during fear and anxiety*, Frontiers Media S.A., <https://core.ac.uk/download/616899766.pdf>
- Boersma, Arnold J., Margolin, William, Monterroso, Begoña, Poolman, et al. 2024, *Macromolecular Crowding, Phase Separation, and Homeostasis in the Orchestration of Bacterial Cellular Functions*, <https://core.ac.uk/download/613933639.pdf>
- Herrera-Escamilla, Ana, Muñoz-Velasco, Israel, Vázquez-Salazar, Alberto 2025, *Nucleolar origins: challenging perspectives on evolution and function.*, eScholarship, University of California, <https://core.ac.uk/download/649473829.pdf>
- Fioriti, Luana, Ford, Lenzie K., Hayashi, Yasunori, McGurk, et al. 2021, *Liquid-Liquid Phase Separation in Physiology and Pathophysiology of the Nervous System*, 'Society for Neuroscience', <https://core.ac.uk/download/384307309.pdf>
- Edman, Sebastian, Figueiredo, Vandré C., Fry, Christopher S., Ismaeel, et al. 2023, *Coordinated Regulation of Myonuclear DNA Methylation, mRNA, and miRNA Levels Associates With the Metabolic Response to Rapid Synergist Ablation-Induced Skeletal Muscle Hypertrophy in Female Mice*, ScholarWorks@UARK, <https://core.ac.uk/download/624130804.pdf>
- Anders Omsland, Cameron G. Mandel, Colleen C. Monahan, Savannah E. Sanchez, Savannah E. Sanchez, Weerawat Phuklia, Weerawat Phuklia 2024,

Metabolism and physiology of pathogenic bacterial obligate intracellular parasites, Frontiers Media S.A., <https://core.ac.uk/download/614370960.pdf>

- *Wen Chen, Huakan Zhao, Yongsheng Li 2023, Mitochondrial dynamics in health and disease: mechanisms and potential targets, Signal Transduction and Targeted Therapy, Volume(8), <https://doi.org/10.1038/s41392-023-01547-9>*
- *Shi Qiu, Ying Cai, Hong Yao, Chunsheng Lin, Yiqiang Xie, Songqi Tang, Aihua Zhang 2023, Small molecule metabolites: discovery of biomarkers and therapeutic targets, Signal Transduction and Targeted Therapy, Volume(8), <https://doi.org/10.1038/s41392-023-01399-3>*
- *Ferdek, Paweł, Jakubowska, Monika, Krzysztofik, Daria, Kusiak, et al. 2023, Driver mutations of pancreatic cancer affect \$Ca^{2+}\$\$ signaling and ATP production, <https://core.ac.uk/download/588495191.pdf>*
- *Chamkha, Imen, Elmer, Eskil, García-Díaz, Carmen C., Nord, et al. 2023, Plasticity of mitochondrial function safeguards phosphorylating respiration during in vitro simulation of rest-phase hypothermia, 'FASEB', <https://core.ac.uk/download/565838673.pdf>*
- *Foster, Russell G. 2024, Introduction and reflections on the comparative physiology of sleep and circadian rhythms, Springer, <https://core.ac.uk/download/613712086.pdf>*
- *Satish C Bhatla, Manju A. Lal 2020, Plant Physiology, Development and Metabolism, Springer Nature, <https://core.ac.uk/download/326762900.pdf>*
- *Barbagallo, Mario, Cuenca, Lorena, Dominguez, Ligia, Fernández Villalba, et al. 2023, Magnesium in Kidney Function and Disease—Implications for Aging and Sex—A Narrative Review, <https://core.ac.uk/download/604077059.pdf>*
- *Boros Mihály, Ernst Leonard, Keppler Frank, Polag Daniela, Zhang Jingyao 2022, ROS-driven cellular methane formation: Potential implications for health sciences, 'Wiley', <https://core.ac.uk/download/544311849.pdf>*
- *Colaço, Henrique Guerra Gonçalves 2020, The role of mitochondrial function and metabolism, <https://core.ac.uk/download/323277256.pdf>*
- *Agarwal, Ashok, Busetto, Gian Maria, Chung, Benjamin I, De Berardinis, et al. 2020, Body mass index and age correlate with antioxidant supplementation effects on sperm quality: Post hoc analyses from a double-blind placebo-controlled trial, 'Wiley', <https://core.ac.uk/download/296244308.pdf>*
- *Alimostafazadeh, Sina, Andersson, Göran, De Jager, Marina H, Fejer, et al. 2025, TRAPping the effects of tobacco smoking:the regulation and function of Acp5 expression in lung macrophages, <https://core.ac.uk/download/653306977.pdf>*
- *University of Maine, Office of Student Records 2020, University of Maine Undergraduate Catalog, 2020-2021, part 1, DigitalCommons@UMaine, <https://core.ac.uk/download/401620115.pdf>*

- *Office of Student Records 2023, University of Maine Undergraduate Catalog, 2022-2023, DigitalCommons@UMaine, <https://core.ac.uk/download/591709225.pdf>*
- *Bauer, Michael, Shankar-Hari, Manu, Thomas-Rüddel, Daniel O., Wetzker, et al. 2021, Towards an ecological definition of sepsis: a viewpoint, 'Springer Science and Business Media LLC', <https://core.ac.uk/download/519715343.pdf>*
- *Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College 2022, LSU General Catalog 2022-2023, LSU Scholarly Repository, <https://core.ac.uk/download/623803718.pdf>*
- *Iryna Vikhrova, Andrii Loboda, Viktoriia Petrushenko, Ihor Zaitsev, O. Redko, Serhiy Popov 2025, CLINICAL AND LABORATORY FEATURES, COMORBID CONDITIONS IN CHILDREN WITH TYPE 1 DIABETES MELLITUS DEPENDING ON DISEASE DURATION, Eastern Ukrainian Medical Journal, h t t p s : / / w w w . s e m a n t i c s c h o l a r . o r g / p a p e r / 6447908b58157cced1ee8df109d9aa6e1433ade3*
- *Michaela Barbera, Madeline Fasen, Helen Margaret Lawler, Michael T McDermott, Arwa Mahmoud Elsheikh 2024, SAT-520 Massive Thyroid Enlargement due to Langerhans Cell Histiocytosis, Journal of the Endocrine Society, Volume(8), <https://www.semanticscholar.org/paper/99c74321151ef363952097ebe94426a2183162b>*
- *Davies, K., Davies, K. 2023, Modes of action of GnRH analogues in growth and puberty disorders, <https://core.ac.uk/download/613729422.pdf>*
- *Davies, K., Davies, K. 2024, To grow or not to grow?, <https://core.ac.uk/download/613862233.pdf>*
- *Kielczewska, Aleksandra, Kielczewska, Anna, Szcześniak, Grzegorz 2024, Diagnosis and approach to glucocorticoid-induced adrenal insufficiency and glucocorticoid withdrawal syndrome, Nicolaus Copernicus University, Toruń, Poland, <https://core.ac.uk/download/636385961.pdf>*
- *Calderoni L., Fanti S., Giovanella L. 2024, Endocrinology application of molecular imaging: current role of PET/CT, <https://core.ac.uk/download/654520339.pdf>*
- *Agretti, Patrizia, Borsò, Marco, Saba, Alessandro, Zucchi, et al. 2020, Mass spectrometry in the diagnosis of thyroid disease and in the study of thyroid hormone metabolism, 'Wiley', <https://core.ac.uk/download/534217813.pdf>*
- *Darukhanavala, Amy, Kremer, Ted M. 2021, Automatic referrals within a cystic fibrosis multidisciplinary clinic improve patient evaluation and management, eScholarship@UMassChan, <https://core.ac.uk/download/487573718.pdf>*
- *Ciobanu, Corina, Fica, Simona, Poterasu, Mihaela, Rowland, et al. 2020, Anorexia nervosa and reproduction: connecting brain to gonads, ValpoScholar, <https://core.ac.uk/download/304672903.pdf>*
- *Singh, Neha, Vashishth, Anjali 2023, EFFECT OF PHYSICAL ACTIVITY ON SEVERAL LIPIDS, AMINO ACIDS, AND PEPTIDE-DERIVED HORMONES IN*

HEALTHY INDIVIDUALS, Open Access Publishing Group, <https://core.ac.uk/download/591024812.pdf>

- *Bikle, Daniel D 2020, Vitamin D: Newer Concepts of Its Metabolism and Function at the Basic and Clinical Level., eScholarship, University of California, <https://core.ac.uk/download/323063251.pdf>*
- *Jiwattanasuk, Narumon, Pannavoravat, Phrakrupalad, Sirikanchana, Pataraporn 2022, The Holistic Well-being Concepts in Relation to Quality of Life, Graduate School of Business and Advanced Technology Management , Assumption University, <https://core.ac.uk/download/542551536.pdf>*
- *Ankenman, Bruce, Bailey, Stacy Cooper, Gatchell, David, Holl, et al. 2024, Employing user-centered design and education sciences to inform training of diabetes survival skills, <https://core.ac.uk/download/621203909.pdf>*
- *Assistant to Associate Vice President for Graduate Studies and Senior Associate Dean, University of Maine Graduate School 2022, 2022-2023 Graduate School Catalog, DigitalCommons@UMaine, <https://core.ac.uk/download/589988397.pdf>*
- *Biglia, Nicoletta, Birkhaeuser, Martin, Brincat, Mark, Celis-Gonzales, et al. 2020, Purified and specific cytoplasmic pollen extract: a non-hormonal alternative for the treatment of menopausal symptoms., eScholarship, University of California, <https://core.ac.uk/download/287622052.pdf>*
- *Ajdžanović, Vladimir, Bolevich, Sergey, Filipović, Branko, Jakovljević, et al. 2020, Pituitary Hyperplasia, Hormonal Changes and Prolactinoma Development in Males Exposed to Estrogens — An Insight From Translational Studies, <https://core.ac.uk/download/pdf/289266739.pdf>*
- *Kim, Katherine In-Wha 2022, CONCENTRATION- AND TIME-DEPENDENT EFFECTS OF PROGESTERONE ON ENDOTHELIAL CELLS, <https://core.ac.uk/download/534239567.pdf>*
- *Speed, Sydney 2023, Creating Change in Pediatric Health Disparities: Utilizing SystemsBased Thinking to Overcome Disparities Affecting Pediatric Type 1 Diabetes in Kentucky, UKnowledge, <https://core.ac.uk/download/572729863.pdf>*
- *Diane Gifford-Gonzalez 2020, An Introduction to Zooarchaeology, 'Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH', <https://core.ac.uk/download/326762728.pdf>*
- *Aiuti, Alessandro, Frontino, Giulio, Stancampiano, Marianna Rita 2021, Potentialities of Gene Therapy in Pediatric Endocrinology, <https://core.ac.uk/download/604618584.pdf>*
- *et al., Scheller, Erica L, Tratwal, Josefine 2020, Reporting guidelines, review of methodological standards, and challenges toward harmonization in bone marrow adiposity research. Report of the Methodologies Working Group of the International Bone Marrow Adiposity Society, Digital Commons@Becker, <https://core.ac.uk/download/322802248.pdf>*
- *Şensoy, İlkay 2021, A review on the food digestion in the digestive tract and the used in vitro models, 'Elsevier BV', <https://core.ac.uk/download/487609852.pdf>*

- Cyrille Merleau, Nono Shah, Galbraith, Eric, Hatton, Ian a., Miettinen, et al. 2023, *The human cell count and size distribution*, <https://core.ac.uk/download/591966244.pdf>
- Arun, Pol Rajashree, K.V., Venkatakrishna, M.K.S., Vinushree 2024, *Understanding of Pranavaha Sroto Moola in the purview of modern physiology*, Maharshi Charaka Ayurveda Organization, <https://core.ac.uk/download/617189952.pdf>
- Mas Giménez, Gerard de, Royo Royo, Santiago, Yáñez Alvarado, Carlos René 2022, *Overview of biofluids and flow sensing techniques applied in clinical practice*, 'MDPI AG', <https://core.ac.uk/download/541513760.pdf>
- Kallio, Sanna 2023, *Vascularization in organ- and body-on-a-chip platforms*, <https://core.ac.uk/download/560369995.pdf>
- Malikovna, Akhmedova Shaxlo 2023, *Periods of Thymus Gland Development in the Human Body*, Academic Journal Inc, <https://core.ac.uk/download/612989004.pdf>
- Malikovna , Akhmedova Shaxlo 2023, *Periods of Thymus Gland Development in the Human Body*, Academic Journal Inc, <https://core.ac.uk/download/612989039.pdf>
- Harri Laakso, Louise Long, Lucy Davis, María Paloma Velázquez, Zsuzsanna Budape 2021, *ARTEMIS: A critical study on the relations between the Feminine and the Moon (through lore, crafts and outer space)*, 'Modern Language Association', <https://core.ac.uk/download/534866897.pdf>
- Andrés, Marta, Ellis, David A, Loh, YuMin M, Su, et al. 2023, *The auditory efferent system in mosquitoes*, Frontiers Media SA, <https://core.ac.uk/download/568121642.pdf>
- Arese, Marco, Bizzozero, Laura, Bussolino, Federico, Pergolizzi, et al. 2022, *An Overview of the Molecular Cues and Their Intracellular Signaling Shared by Cancer and the Nervous System: From Neurotransmitters to Synaptic Proteins, Anatomy of an All-Inclusive Cooperation*, 'MDPI AG', <https://core.ac.uk/download/552449270.pdf>
- Editors: Centre for Human Rights 2020, *Ending violence and other human rights violations based on sexual orientation and gender identity: A joint dialogue of the African Commission on Human and Peoples' Rights, Inter-American Commission on Human Rights and United Nations*, Pretoria University Law Press (PULP), <https://core.ac.uk/download/543577846.pdf>
- Afjeh, SS, Alidoost, S, Eshghifar, N, Ghale, et al. 2020, *The importance of small non-coding RNAs in human reproduction: A review article*, <https://core.ac.uk/download/417940760.pdf>
- Aly, Dina Mansour, Benson, Mikael, Li, Xinxiu, Loscalzo, et al. 2025, *Digital twins as global learning health and disease models for preventive and personalized medicine*, <https://core.ac.uk/download/639105063.pdf>

- Jayapala, Deepan, Mathangasinghe, Yasith 2024, *The Prevalence of Termination Variations of the Basilar Artery: A Systematic Review and Meta-Analysis*, <https://core.ac.uk/download/642711585.pdf>
- Vierck, Leonie, Villarreal, Pedro A., Weilert, A. Katarina 2020, *The Governance of Disease Outbreaks*, 'Nomos Verlag', <https://core.ac.uk/download/478120672.pdf>
- Chouvarda, Ioanna 2020, *Overview of Network Analysis in Systems Medicine*, Aristotle Biomedical Journal, <https://core.ac.uk/download/287177178.pdf>
- McGhee, Braedon 2023, *The Double-Edged Sword: Examining the Contradictory Nature of SAVAK and The U.S.-Iran Clergy Relationship*, CSUSB ScholarWorks, <https://core.ac.uk/download/586077600.pdf>
- Angeli, P, Arroyo, V, Bernardi, M, Caraceni, et al. 2020, *The systemic inflammation hypothesis: Towards a new paradigm of acute decompensation and multiorgan failure in cirrhosis*, <https://core.ac.uk/download/374290512.pdf>
- Pelletier, Melinda (Mindy), Vice President for Research and Dean of the Graduate School 2020, *2020 Student Symposium Research and Creative Activity Book of Abstracts*, DigitalCommons@UMaine, <https://core.ac.uk/download/423768174.pdf>
- Asaba, Clinton Njinju, Ayuk, Humblenoble Stemberbridge, Bitazar, Razieh, Bukong, et al. 2024, *Interplay of TLR4 and SARS-CoV-2: Unveiling the Complex Mechanisms of Inflammation and Severity in COVID-19 Infections*, <https://core.ac.uk/download/620644386.pdf>
- Dean of the Graduate School, Office of the Vice President for Research 2022, *IMPACT UMaine Research*, June 2022, DigitalCommons@UMaine, <https://core.ac.uk/download/591709196.pdf>
- Ahmad, Afandi, Ja'afar, Noor Huda, Mohd Nadzri, Muhammad Muzakkir, Muhamram, et al. 2020, *Labview-based FPGA implementation of sensor data acquisition for human body motion measurement*, 'Penerbit UTHM', <https://core.ac.uk/download/12007696.pdf>
- Arystenko, Anna, Bocharov, Vasily, Bogomolny, Borys, Bogomolny, et al. 2023, *BIOREGULATORY SYSTEMS AND HUMAN HEALTH*, TK Meganom LLC, <https://core.ac.uk/download/596390816.pdf>
- Bloomfield, R. E., Fletcher, G., Imai, K., Khlaaf, et al. 2020, *Towards Identifying and closing Gaps in Assurance of autonomous Road vehicleS - a collection of Technical Notes Part 1*, Adelard, <https://core.ac.uk/download/305120054.pdf>
- Chouvarda, Ioanna 2020, *Overview of Network Analysis in Systems Medicine*, Aristotle Biomedical Journal, <https://core.ac.uk/download/287177178.pdf>
- Gaiseanu, Florin 2020, *Information-Matter Bipolarity of the Human Organism and Its Fundamental Circuits: From Philosophy to Physics/Neurosciences-Based Modeling*, <https://core.ac.uk/download/322492693.pdf>

- Edwards, Cathrina H., Grundy, Myriam M.-L., Holland, Claire, Ryden, et al. 2020, *Plant cell walls: impact on nutrient bioaccessibility and digestibility*, 'MDPI AG', <https://core.ac.uk/download/287579488.pdf>
- Simukoko, Humphrey 2021, *Refocusing Functional Anatomy and Immunology of the Respiratory Mucosa in the Advent of Covid-19*, 'IntechOpen', <https://core.ac.uk/download/387220020.pdf>
- Henkel, Blake Joseph 2024, *SARS-CoV-2 Infectivity, and Interaction with ACE2 in the Human Oral Cavity: A Comprehensive Study*, Digital Commons @ Gardner-Webb University, <https://core.ac.uk/download/604217154.pdf>
- Liu, Jiawei, Suito, Hiroshi 2024, *A multicore parallel algorithm for multiscale modelling of an entire human blood circulation network*, <http://arxiv.org/abs/2404.01680>
- Aubead, Nassrin Malik 2021, *Role of Sex Hormones in Human Body*, 'IntechOpen', <https://core.ac.uk/download/387219877.pdf>
- Chatore, Vandana Manohar, Chavhan, Neha Sudarshan, Patki, Shirish Ramrao 2024, *Physiological Importance of Asthi and Peshi Sharira: An Ayurveda and Modern Perspective*, Himalayan Group of Professional Institutions, <https://core.ac.uk/download/604048742.pdf>
- Bhogoju, Sarayu, Nahashon, Samuel 2022, *Recent Advances in Probiotic Application in Animal Health and Nutrition: A Review*, Digital Scholarship @ Tennessee State University, <https://core.ac.uk/download/524859478.pdf>
- Editors: Centre for Human Rights 2020, *Ending violence and other human rights violations based on sexual orientation and gender identity: A joint dialogue of the African Commission on Human and Peoples' Rights, Inter-American Commission on Human Rights and United Nations*, Pretoria University Law Press (PULP), <https://core.ac.uk/download/543577846.pdf>
- Şensoy, İlkay 2021, *A review on the food digestion in the digestive tract and the used in vitro models*, 'Elsevier BV', <https://core.ac.uk/download/487609852.pdf>
- Furnée, Marte Bjerkreim 2024, *Lifestyle, Immune System and Their Role in Gut Microbiota and Colorectal Cancer*, 'Saint Louis University', <https://core.ac.uk/download/617933833.pdf>
- Basil, Maria C, Chapman, Hal A, Engler, Anna E, Guo, et al. 2020, *The Cellular and Physiological Basis for Lung Repair and Regeneration: Past, Present, and Future.*, eScholarship, University of California, <https://core.ac.uk/download/305124289.pdf>
- Chou, Yu-Ting, Chuang, Pao-Tien, Li, Jianying, Lin, et al. 2020, *A mammalian Wnt5a-Ror2-Vangl2 axis controls the cytoskeleton and confers cellular properties required for alveogenesis.*, eScholarship, University of California, <https://core.ac.uk/download/323308610.pdf>
- Department, History, Philosophy, and the Social Sciences, Department, Illustration 2021, *SOLUTIONS Human Centered Approach to Conservation*, DigitalCommons@RISD, <https://core.ac.uk/download/397491444.pdf>

- *Masumoto, Hidetoshi, Murata, Kozue 2022, Systems for the Functional Evaluation of Human Heart Tissues Derived from Pluripotent Stem Cells, Oxford University Press (OUP), <https://core.ac.uk/download/554169958.pdf>*
- *Beris, Antony N., Chalant, Anais, Chen, Lucy, Gee, et al. 2022, A Systems Engineering Approach to Modeling and Analysis of Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD), <http://arxiv.org/abs/2212.13207>*
- *Gingell, Joseph J., Hamada, Mayuko, Hamamoto, Ayumu, Hay, et al. 2022, Vasopressin-oxytocin-type signaling is ancient and has a conserved water homeostasis role in euryhaline marine planarians, 'American Association for the Advancement of Science (AAAS)', <https://core.ac.uk/download/541334995.pdf>*
- *Afjeh, SS, Alidoost, S, Eshghifar, N, Ghale, et al. 2020, The importance of small non-coding RNAs in human reproduction: A review article, <https://core.ac.uk/download/417940760.pdf>*
- *South Carolina Department of Health and Human Services 2020, Physicians services provider manual, <https://core.ac.uk/download/286608298.pdf>*
- *Bhui, Kamaldeep, Coulon, Frederic, Douglas, Philippa, Duchaine, et al. 2023, Air quality and mental health: evidence, challenges and future directions, 'Royal College of Psychiatrists', <https://core.ac.uk/download/572525444.pdf>*
- *Ahlqvist, Toni, Ahokas, Ira, Kirveennummi, Anna, Suomalainen, et al. 2024, Future Directions and Possibilities for the University – Report on Literature Review and Delphi Study, fi=Turun yliopisto. Turun kauppakorkeakoulu|en=University of Turku, Turku School of Economics|, <https://core.ac.uk/download/624259083.pdf>*
- *Antal, Andrea, Burke, David, Carlsen, Antony, Georgiev, et al. 2021, Central nervous system physiology, ELSEVIER IRELAND LTD, <https://core.ac.uk/download/587963958.pdf>*
- *Ramachandra, Keshav 2023, Sense and Sensitivity: Spatial Structure of conspecific signals during social interaction, The Research Repository @ WVU, <https://core.ac.uk/download/578417453.pdf>*
- *Alicea, Bradly, Cialfi, Daniela, Lim, Avery, Parent, et al. 2024, A Primer on Gibsonian Information, <http://arxiv.org/abs/2403.18829>*
- *Gerussi, Tommaso, Graïc, Jean-Marie, Morell, Maria, Orekhova, et al. 2023, Neuroanatomy of the cetacean sensory systems, Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI), <https://core.ac.uk/download/599212079.pdf>*
- *Godfrey-Smith, Peter, Jékely, Gáspár, Keijzer, Fred 2020, Reafference and the origin of the self in early nervous system evolution, 'The Royal Society', <https://core.ac.uk/download/519039825.pdf>*
- *Milam, Oak Everette 2023, Spatial processing of conspecific signals in weakly electric fish: from sensory image to neural population coding, The Research Repository @ WVU, <https://core.ac.uk/download/578417462.pdf>*

- Noordzij, Walter, Slart, Riemer H.J.A., Stegger, Lars 2021, *Hybrid Imaging of the Autonomic Cardiac Nervous System*, Springer International Publishing AG, <https://core.ac.uk/download/589896310.pdf>
- Dean of the Graduate School, Office of the Vice President for Research 2022, IMPACT UMaine Research, September 2022, DigitalCommons@UMaine, <https://core.ac.uk/download/591709197.pdf>
- Fletcher, Paul C., Teufel, Christoph 2020, *Forms of prediction in the nervous system*, 'Springer Science and Business Media LLC', <https://core.ac.uk/download/287598068.pdf>
- Besecker, Emily M., Blanke, Emily N., Holmes, Gregory M. 2021, *Altered Physiology of Gastrointestinal Vagal Afferents Following Neurotrauma, The Cupola: Scholarship at Gettysburg College*, <https://core.ac.uk/download/363888606.pdf>
- Dean of the Graduate School, Office of the Vice President for Research 2022, IMPACT UMaine Research, June 2022, DigitalCommons@UMaine, <https://core.ac.uk/download/591709196.pdf>
- Brandão, Sophia C., Martelli, Carlotta, Silies, Marion 2021, *Adaptive temporal processing of odor stimuli*, Johannes Gutenberg-Universität Mainz, <https://core.ac.uk/download/621753731.pdf>
- Groschup, Bernhard 2024, *Validation of genetically encoded sensors to measure intracellular potassium and metabolism in neurons*, Ludwig-Maximilians-Universität München, <https://core.ac.uk/download/621119448.pdf>
- Andrés, Marta, Ellis, David A., Loh, YuMin M., Su, et al. 2023, *The auditory efferent system in mosquitoes*, Frontiers Media SA, <https://core.ac.uk/download/568121642.pdf>
- Arce Gutierrez, Juliana Elvira, Guevara Ruiz, Juan Camilo 2020, *Characterization of the population with Fibromyalgia in a High Complexity Hospital, Bogotá D.C. Colombia 2018 - 2019, Especialización en Medicina del Dolor y Cuidado Paliativo*, <https://core.ac.uk/download/486909543.pdf>
- Sponsored Projects Operations, Office of Research and 2020, *Thinking Across Borders. 13th Annual Research Week: Event Proceedings*, The Athenaeum, <https://core.ac.uk/download/326604001.pdf>
- Brett A. Halperin, Daniela K. Rosner 2023, *Miracle Machine in the Making: Soulful Speculation with Kabbalah, 1740-1756*. <https://doi.org/10.1145/3563657.3595990>
- Anna Martín-Bylund, Linnéa Stenliden 2023, *Closer to the senses in post-pandemic teacher training – Reclaiming the body in online educational encounters*, *Education and Information Technologies*, Volume(29), 3133-3154, [3133-3154. https://doi.org/10.1007/s10639-023-11952-w](https://doi.org/10.1007/s10639-023-11952-w)
- Butler, Jack, Dale, Nicholas, Dospinescu, Valentin-Mihai, Nijjar, et al. 2023, *Channel-mediated ATP release in the nervous system*, 'Elsevier BV', <https://core.ac.uk/download/554439094.pdf>

- *Mostafa, Alsayed Mohamed 2021, Octopus Senses: From Genes To Behavior,* <https://core.ac.uk/download/574199227.pdf>
- *Ferrè, Elisa Raffaella, Haggard, Patrick 2020, Vestibular cognition:State-of-the-art and future directions,* <https://core.ac.uk/download/390047120.pdf>
- *Gao, Xinyan, Yuan, Ziyuan 2025, Research on Ion Channels in Dorsal Root Ganglion Neurons, IDEAS SPREAD INC,* <https://core.ac.uk/download/642626292.pdf>
- *Milliern, David 2020, A Whiteheadian Innervation of the Soma: A New Vision for the Peripheral Nervous System, Digital Commons @ CIIS,* <https://core.ac.uk/download/346558477.pdf>
- *Chang, Rui, Hadaya, Joseph, Khalsa, Sahib, Rajendran, et al. 2024, The vagus nerve in cardiovascular physiology and pathophysiology: From evolutionary insights to clinical medicine., eScholarship, University of California,* <https://core.ac.uk/download/649474362.pdf>
- *Miazz, F., Wicher, D. 2021, Functional properties of insect olfactory receptors: ionotropic receptors and odorant receptors, 'Springer Science and Business Media LLC',* <https://core.ac.uk/download/387903003.pdf>
- *Gaiseanu, Florin 2020, Information Based Hierarchical Brain Organization/ Evolution from the Perspective of the Informational Model of Consciousness,* <https://core.ac.uk/download/322492692.pdf>
- *Sachse, S., Thiagarajan, D. 2022, Multimodal information processing and associative learning in the insect brain, 'MDPI AG',* <https://core.ac.uk/download/516201759.pdf>
- *May, Nicole 2024, The Development of Sensory and Coregulation Techniques to Improve Self-Regulation for Children Who Were Affected by Lockdown During Covid, ScholarWorks @ Georgia State University,* <https://core.ac.uk/download/614713325.pdf>
- *Kimari, Wangui, Pfingst, Annie 2021, Carcerality and the legacies of settler colonial punishment in Nairobi, SAGE Publications,* <https://core.ac.uk/download/622441907.pdf>
- *Karamustafaoglu, Orhan, Tutar, Miyase 2020, Developing an adaptation test for students to daily life about the unit "Systems and Health in Our Body", World Council for Curriculum and Instruction- WCCI,* <https://core.ac.uk/download/352160731.pdf>
- *Alicea, Bradly, Cialfi, Daniela, Lim, Avery, Parent, et al. 2024, A Primer on Gibsonian Information,* <http://arxiv.org/abs/2403.18829>
- *Boulton, Pavla, Formby, Lisa, French, Graham, Horder, et al. 2023, Teaching and learning in the outdoors:The current state of outdoor learning in schools in Wales, Welsh Government,* <https://core.ac.uk/download/615455654.pdf>
- *Caballero García, Alberto, Córdova Martínez, Alfredo, Drobnić, Franchek, Noriega González, et al. 2023, Influence of stress and emotions in the learning*

process: the example of COVID-19 on university students: a narrative review, MDPI, <https://core.ac.uk/download/614628296.pdf>

- *Blazevich, Anthony J., Orssatto, Lucas B. R., Trajano, Gabriel S. 2023, Ageing reduces persistent inward current contribution to motor neurone firing: Potential mechanisms and the role of exercise, Edith Cowan University, Research Online, Perth, Western Australia, <https://core.ac.uk/download/587262129.pdf>*
- *Baron, Ralf, Borsook, David, Elman, Igor, Forstenpointner, et al. 2022, The solitary nucleus connectivity to key autonomic regions in humans, Wiley, <https://core.ac.uk/download/621261137.pdf>*
- *Hardesty, Russell Lee, Jr 2020, Neuromechanical Tuning for Arm Motor Control, The Research Repository @ WVU, <https://core.ac.uk/download/386353065.pdf>*
- *Cerin, E., GBD 2021 Nervous System Disorders Collaborators, Steinmetz, Jaimie 2024, Global, regional, and national burden of disorders affecting the nervous system, 1990–2021 : a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021, Elsevier, <https://core.ac.uk/download/614003700.pdf>*
- *GBD 2021 Nervous System Disorders Collaborators, Harlianto, Netanja I., Kayode, Gbenga A. 2024, Global, regional, and national burden of disorders affecting the nervous system, 1990–2021: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021, <https://core.ac.uk/download/621382394.pdf>*
- *Farina, D, Gandevia, S 2024, The neural control of movement: a century of in vivo motor unit recordings is the legacy of Adrian and Bronk, Wiley, <https://unswworks.unsw.edu.au/bitstreams/56478983-9e5f-4a3b-9fd6-da76254aa86e/download>*
- *Gilmore, Kevin J 2020, The effects of Chronic Inflammatory Demyelinating Polyneuropathy on the Neuromuscular System in Humans, Scholarship@Western, <https://core.ac.uk/download/322920269.pdf>*
- *Arseniy Videnin, Natalia Shusharina, Olga Maslova, Vasiliy Pyatin 2024, Integrative function of proprioceptive system in the acute effects of whole body vibration on the movement performance in young adults, Frontiers Media S.A., <https://core.ac.uk/download/614730628.pdf>*
- *Gebehart, Corinna 2021, Multimodal Proprioceptive Integration in Sensorimotor Networks of an Insect Leg, <https://core.ac.uk/download/483732159.pdf>*
- *Dima, Diana C, Kolasinski, James, Kusmia, Slawomir, Mehler, et al. 2020, Spatially and temporally distinct encoding of muscle and kinematic information in rostral and caudal primary motor cortex, 'Oxford University Press (OUP)', <https://core.ac.uk/download/293753829.pdf>*
- *Stanley, Catherine Elizabeth 2020, The Effect of pH on Synaptic Transmission at the Neuromuscular Junction in \u03cem\u03e9Drosophila melanogaster\u03c7em\u03e9, UKnowledge, <https://core.ac.uk/download/346141271.pdf>*

- Persiani, Michela, Piras, Alessandro, Raffì, Milena 2022, *The Role of Optic Flow and Gaze Direction on Postural Control*, 'Ital Publication', <https://core.ac.uk/download/553292307.pdf>
- Ganos, Christos 2020, *Volitional inhibition of tics in Tourette syndrome*, <https://core.ac.uk/download/286097348.pdf>
- Arendt-Nielsen, Lars, Babiloni, Claudio, Del Percio, Claudio, Lopez, et al. 2023, *Cortical sources of electroencephalographic alpha rhythms related to the anticipation and experience of mirror visual feedback-induced illusion of finger movements*, <https://core.ac.uk/download/556279774.pdf>
- Beaudoin, Monique E., Brunyé, Tad T., Feltman, Kathryn A., Greenwald, et al. 2023, *Neuroenhancement in Military Personnel: Conceptual and Methodological Promises and Challenges*, NATO Research and Technology Agency, <https://core.ac.uk/download/604655727.pdf>
- Beppi, Carolina, Ribeiro Violante, Inês, Sandrone, Stefano, Scott, et al. 2021, *EEG, MEG and neuromodulatory approaches to explore cognition: Current status and future directions*, 'Elsevier BV', https://www.zora.uzh.ch/id/eprint/221125/6/1_s2.0_S0278262620302803_main.pdf
- Chang, Suha, David, Samuel, Freedman, David J., Li, et al. 2023, *Alterations of neural activity in the prefrontal cortex associated with deficits in working memory performance*, <https://core.ac.uk/download/588415539.pdf>
- Bich, Leonardo, Mossio, Matteo, Soto, Ana M. 2020, *Glycemia Regulation: From Feedback Loops to Organizational Closure.*, <https://core.ac.uk/download/287611700.pdf>
- Bruna Lo Sasso, Caterina Maria Gambino, Chiara Bellia, Concetta Scazzone, Giorgia Iacolino, Giulia Bivona, Giuseppe Salemi, et al. 2020, *Klotho and vitamin D in multiple sclerosis: an Italian study*, 'Termedia Sp. z.o.o.', <https://core.ac.uk/download/287858100.pdf>
- Bucci D., Granata S., Nesci S., Ortiz-Rodriguez J. M., Spinaci M., Tovar-Pascual L. 2024, *Analysis of stallion spermatozoa metabolism using Agilent Seahorse XFp Technology*, <https://core.ac.uk/download/630932405.pdf>
- Andreozzi, F., Averta, C., Fiorentino, T. V., Mancuso, et al. 2020, *Association between serum Mg²⁺ concentrations and cardiovascular organ damage in a cohort of adult subjects*, 'MDPI AG', <https://core.ac.uk/download/323191919.pdf>
- Al Zubaidi, Sultana Mohammed 2023, *UNDERSTANDING THE INTRACELLULAR POSITIVE REGULATORY INTERACTIONS IN THE METABOLIC NETWORK*, Scholarworks@UAEU, <https://core.ac.uk/download/617777439.pdf>
- Gárriz, Andrés, Pombo, Marina Alejandra, Romero, Fernando Matias, Rosli, et al. 2022, *Inferring the Significance of the Polyamine Metabolism in the Phytopathogenic Bacteria *Pseudomonas syringae*: A Meta-Analysis Approach*, Frontiers Media, <https://core.ac.uk/download/572929296.pdf>
- Agarwal, Ashok, Busetto, Gian Maria, Chung, Benjamin I., De Berardinis, et al. 2020, *Body mass index and age correlate with antioxidant supplementation*

- effects on sperm quality: Post hoc analyses from a double-blind placebo-controlled trial, 'Wiley', <https://core.ac.uk/download/296244308.pdf>*
- *Andújar, Eloísa, Bueno Vargas, Pilar, Girón, María D., Manzano, et al. 2020, Programming Skeletal Muscle Metabolic Flexibility in Offspring of Male Rats in Response to Maternal Consumption of Slow Digesting Carbohydrates during Pregnancy, 'MDPI AG', <https://core.ac.uk/download/299807326.pdf>*
 - *Barber, Thomas M., Coussa, Ayla, Hassan, Hayder 2020, Impact of contraception and IVF hormones on metabolic, endocrine, and inflammatory status, 'Springer Science and Business Media LLC', <https://core.ac.uk/download/293755293.pdf>*
 - *Esposito S., Iughetti L., Patianna V., Petraroli M., Predieri B., Rotondo R., Shulhai A. M., et al. 2024, The Role of Nutrition on Thyroid Function, <https://core.ac.uk/download/621421713.pdf>*
 - *Capobianco L., Lunetti P., Marsigliante S., Muscella A., Stefano E. 2020, The regulation of fat metabolism during aerobic exercise, 'MDPI AG', <https://core.ac.uk/download/521186827.pdf>*
 - *Al-Amri, Hadaia Saleh, Almuraikhy, Shamma, Althani, Asmaa A., Domling, et al. 2023, Impact of Moderate Physical Activity on Inflammatory Markers and Telomere Length in Sedentary and Moderately Active Individuals with Varied Insulin Sensitivity, <https://core.ac.uk/download/597519815.pdf>*
 - *Bonnot, Titouan, Mody, Tejasvinee, Nagel, Dawn H 2020, Interaction between the Circadian Clock and Regulators of Heat Stress Responses in Plants., eScholarship, University of California, <https://core.ac.uk/download/287622856.pdf>*
 - *Dudziak, Piotr, Golińska, Maria, Kurasz, Jakub, Maj, et al. 2025, The Hormonal dysregulation and its consequences in Obese Women - overview, Nicolaus Copernicus University, Toruń, Poland, <https://core.ac.uk/download/636386129.pdf>*
 - *Bienboire-Frosini, Cécile, Domínguez-Oliva, Adriana, Gazzano, Angelo, Gómez-Prado, et al. 2023, The Role of Brown Adipose Tissue and Energy Metabolism in Mammalian Thermoregulation during the Perinatal Period, <https://core.ac.uk/download/599310023.pdf>*
 - *Mujtahid, Maqsuduulah 2020, Blood glucose regulating hormones and their physiological and biochemical roles, 'TathQeef Scientific Publishing', <https://core.ac.uk/download/356679375.pdf>*
 - *Banitalebi Dehkordi, Mehdi, Rahmati, Shima, Rezakhani, Leila, Shojaei, et al. 2020, An overview of current knowledge in biological functions and potential theragnostic applications of exosomes, <https://core.ac.uk/download/287032745.pdf>*
 - *Baruah, Sri Kartik, Bossier, Peter, Norouzitallab, Parisa, Vanrompay, et al. 2020, Non-mammalian model organisms in epigenetic research : an overview, 'Elsevier BV', <https://core.ac.uk/download/322829180.pdf>*

- *Becu Villalobos, D., Coirini, H., Cornejo, María Paula, Elias, et al. 2020, Neuroendocrine Regulation of Metabolism, 'Wiley', <https://core.ac.uk/download/323321661.pdf>*
- *Lea-Smith, David, McCormick, Alistair J., Mills, Lauren 2020, Current knowledge and recent advances in understanding metabolism of the model cyanobacterium Synechocystis sp. PCC 6803, 'Portland Press Ltd.', <https://core.ac.uk/download/288394480.pdf>*
- *Agarwal, A, Allen, NJ, Araque, A, Barbeito, et al. 2021, Reactive astrocyte nomenclature, definitions, and future directions, <https://core.ac.uk/download/388547392.pdf>*
- *Baur, JA, Borges, K, Dienel, G, Douglass, et al. 2024, Brain energy metabolism: A roadmap for future research, Wiley, <https://unsworks.unsw.edu.au/bitstreams/c7685f10-220a-4615-bca4-a0cfb659d408/download>*
- *Baskaran, S, Henkel, R, Selvaraju, V 2021, Environmental contaminants and male infertility: Effects and mechanisms, 'Wiley', <https://core.ac.uk/download/475359905.pdf>*
- *Ademowo, Opeyemi Stella, Conway, Myra E., Dias, Irundika, Edward, et al. 2024, Effects of carotenoids on mitochondrial dysfunction, <https://core.ac.uk/download/603214720.pdf>*
- *N. S. Punekar 2020, ENZYMES: Catalysis, Kinetics and Mechanisms, Springer Nature, <https://core.ac.uk/download/326762891.pdf>*
- *Hilgetag, Claus, Kostic, Daniel, Tittgemeyer, Marc 2020, Unifying the essential concepts of biological networks: biological insights and philosophical foundations, <https://core.ac.uk/download/286357516.pdf>*
- *Satish C Bhatla, Manju A. Lal 2020, Plant Physiology, Development and Metabolism, Springer Nature, <https://core.ac.uk/download/326762900.pdf>*
- *Cirino G, Papapetropoulos A, Szabo C 2023, Physiological roles of hydrogen sulfide in mammalian cells, tissues, and organs., <https://core.ac.uk/download/636826877.pdf>*
- *Jayawardena, Ranil, Madhujith, Terrence, P Hills, Andrew, Sudheera Kalupahana, et al. 2024, Development of a sports nutrition knowledge questionnaire for elite track and field athletes, Indonesian Nutrition Association, <https://core.ac.uk/download/617868285.pdf>*
- *Baran, Karolina, Blecharz, Gabriela, Jankowska, Marlena, Jańczyk, et al. 2025, The Art of Eating: Nourishing Instincts and Balancing Intuitive Eating, University Center for Sports Research, Nicolaus Copernicus University, Torun, Poland, <https://core.ac.uk/download/646079937.pdf>*
- *Naveen Sangwan, Parveen Chahal, Rohit Rathee 2023, The Technological Revolution in Sport and Exercise Science: Impacts on Performance, Kuldeep Nara, Address: City – Rohtak, Haryana, India, Pin - 124001, <https://core.ac.uk/download/599398557.pdf>*

- Morrison, Robert T 2024, *Training Specificity and Ecological Validity: Challenging Reductionist Exercise Paradigms for Older Adults*, Open Science Journal, <https://core.ac.uk/download/617066265.pdf>
- Armstrong, N. C. D., Faghy, M., Lomax, M., Shei, et al. 2022, *Physiological impact of load carriage exercise: Current understanding and future research directions*, Wiley, <https://core.ac.uk/download/597995576.pdf>
- Adamo, Kristi B., Corson, Abbey E., Edwards, Chris M., MacDonald, et al. 2024, *Breaking Boundaries: A Chronology with Future Directions of Women in Exercise Physiology Research, Centred on Pregnancy*, <http://arxiv.org/abs/2404.08833>
- Federici, Ario, Lucertini, Francesco, Marini, Carlo Ferri, Zumbo, et al. 2020, *Proprioceptive training and sports performance*, 'Universidad de Alicante Servicio de Publicaciones', <https://core.ac.uk/download/363460309.pdf>
- Bishop, C., Bishop, C., Virgile, A., Virgile, et al. 2021, *A narrative review of limb dominance: task specificity and the importance of fitness testing*, Lippincott, Williams & Wilkins, <https://core.ac.uk/download/573847084.pdf>
- Billy Sperlich, Gerard Rietjens, Hans Keizer, Magdalena Johanna Konopka, Magdalena Johanna Konopka, Maurice Petrus Zeegers, Maurice Petrus Zeegers 2024, *A critical examination of sport discipline typology: identifying inherent limitations and deficiencies in contemporary classification systems*, Frontiers Media S.A., <https://core.ac.uk/download/619973810.pdf>
- Arampatzis, Adamantios, Bohm, Sebastian, Mersmann, Falk 2020, *Individualized Muscle-Tendon Assessment and Training*, 'Frontiers Media SA', <https://core.ac.uk/download/527932788.pdf>
- Franchini, Emerson, Magnani Branco, Braulio Henrique 2023, *Developing maximal strength for combat sports athletes*, Universidad de León: Servicio de Publicaciones, <https://core.ac.uk/download/572702565.pdf>
- ROBERT OWEN 2022, *A comparison of measured and modelled energetics, estimated from global positioning systems (GPS) velocity*, <https://core.ac.uk/download/492515819.pdf>
- Chivers, Paola, Dolci, Filippo, Hart, Nicolas H, Kilding, et al. 2020, *Physical and energy demand of soccer: A brief review*, ResearchOnline@ND, <https://core.ac.uk/download/322918332.pdf>
- Córdova Martínez, Alfredo, Fernandez Lazaro, César, Fernández Lázaro, Diego, Jiménez Navascues, et al. 2020, *The role of selenium mineral trace element in exercise: Antioxidant defense system, muscle performance, hormone response, and athletic performance. A systematic review*, 'MDPI AG', <https://core.ac.uk/download/560815110.pdf>
- UiTM, Faculty of Sport Science and Recreation 2020, *SPS742 : Sport physiology / Faculty of Sport Science and Recreation*, Universiti Teknologi MARA (UiTM), <https://core.ac.uk/download/635304769.pdf>
- Bottoms, Lindsay, Chryssanthopoulos, Costas, Maridaki, Maria, Pafili, et al. 2020, *Effect of a Carbohydrate-Electrolyte Solution on Fluid Balance and*

- Performance at a Thermoneutral Environment in International-Level Fencers, 'Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health)', <https://core.ac.uk/download/287582261.pdf>*
- Hogg, Joshua 2022, *The Effect of Hydration Status on Jump Height in Track and Field Athletes*, eGrove Press, <https://core.ac.uk/download/555468941.pdf>
 - *of Sports Medicine, Asian Federation 2024, 18th Asian Federation of Sports Medicine Congress cum 8th ISN international Sports Medicine & Sports Science Conference, Sultan Qaboos University, Oman*, <https://core.ac.uk/download/618322810.pdf>
 - Celorio San Miguel, Ana M., Celorio San Miguel, Marta, Fernández Lázaro, Diego, Herranz López, et al. 2024, *Impact of melatonin supplementation on sports performance and circulating biomarkers in highly trained athletes: A systematic review of randomized controlled trials*, MDPI, <https://core.ac.uk/download/614626958.pdf>
 - Elliott-Sale, Kirsty J, Hackney, Anthony C 2024, *Female physiology-endocrinology: education is lacking and innovation is needed!*, Human Kinetics, <https://core.ac.uk/download/607977868.pdf>
 - Dane, Kathryn, Farrell, Gareth, Griffin, Steffan Arthur, Hendricks, et al. 2022, *Physical and technical demands and preparatory strategies in female field collision sports: a scoping review*, 'Georg Thieme Verlag KG', <https://core.ac.uk/download/571213855.pdf>
 - Aengevaeren, Albert, Alpérovitch, Andersen, Arbab-Zadeh, Arem, Armstrong, et al. 2020, *Cardiovascular Remodeling Experienced by Real-World, Unsupervised, Young Novice Marathon Runners.*, 'Frontiers Media SA', <https://core.ac.uk/download/322366729.pdf>
 - Boye, Anders Johan Nesheim 2020, *Aerobic High-Intensity Interval Training Improve VO_{2max} More Than Sprint Interval Training*, 'Norwegian University of Science and Technology (NTNU) Library', <https://core.ac.uk/download/646179738.pdf>
 - Flouris, A. D., Giakas, G., Kokkotis, C., Mina, et al. 2024, *The Impact of Heat Exposure on the Health and Performance of Soccer Players: A Narrative Review and Bibliometric Analysis*, MDPI, <https://core.ac.uk/download/619603201.pdf>
 - Furrer, Regula, Handschin, Christoph, Hawley, John A. 2023, *The molecular athlete: exercise physiology from mechanisms to medals*, American Physiological Society, <https://core.ac.uk/download/565314102.pdf>
 - Mohammadali Gharaat, Mohsen Sheykhlouvand 2024, *Optimal homeostatic stress to maximize the homogeneity of adaptations to interval interventions in soccer players*, Frontiers Media S.A., <https://core.ac.uk/download/614730609.pdf>
 - Jacobs, Anna 2022, *Tiny Tusks Breastfeeding and Infant Support: Breastfeeding's Effects on Maternal Mental Health*, ScholarWorks@UARK, <https://core.ac.uk/download/553683124.pdf>

- Yael Weinberg 2023, *The Impact of Maternal Health on Breastfeeding Duration*, Touro Scholar, <https://core.ac.uk/download/616444360.pdf>
- A, Dr.Asha, Balakrishnan, Dr. Rangesh kumar, KumuthaJ, Dr., Sahayam, et al. 2024, *Knowledge and Awareness About Breastfeeding Among Postnatal Mothers in a Private Medical College*, Uphills Publishers LLC, United States, <https://core.ac.uk/download/616974503.pdf>
- Dewi, Maya Kusuma, Handayani, Lina, Munira, Lafi 2020, *Barrier and facilitator on breastfeeding education and promotion: A literature review*, 'Institute of Advanced Engineering and Science', <https://core.ac.uk/download/480549679.pdf>
- Boekhorst, M.G.B.M., Hulsbosch, L.P., Nyklicek, I., Pop, et al. 2021, *Breastfeeding intention and trait mindfulness during pregnancy*, 'Elsevier BV', <https://core.ac.uk/download/489845894.pdf>
- Bonnet, Nicolas, Butterfield, Natalie Clare, Colaianni, Graziana, Haffner-Luntzer, et al. 2020, *Pregnancy and lactation, a challenge for the skeleton*, 'Bioscientifica', <https://core.ac.uk/download/323052568.pdf>
- ALTUNTUG, Kamile, YAZAR, Merve 2024, *Postnatal Sense Of Security Of Primiparous And Multiparous Mothers And Affecting Factors*, Current Psychology, <https://core.ac.uk/download/630381302.pdf>
- Muhammad Nasir 2024, *The Benefits of Exclusive Breastfeeding: A Comprehensive Literature Review*, Journal of Liaquat National Hospital, <https://core.ac.uk/download/620596419.pdf>
- Matteullah, Samson 2025, *Challenges of Exclusive Breast Feeding for Mother and Child*, <https://core.ac.uk/download/646459300.pdf>
- Tennessee. Department of Health. 2021, *Tennessee Diabetes Action Report*, February 2021, University of Memphis Digital Commons, <https://core.ac.uk/download/555496168.pdf>
- Bartosiński, Ryszard, Dutkiewicz, Justyna, Kaźmierczak, Jakub Marek, Kapa, et al. 2025, *The DHA supplementation during pregnancy: benefits and risks - review*, Nicolaus Copernicus University, Toruń, Poland, <https://core.ac.uk/download/646080132.pdf>
- Chabe-Ferret, B., Chabe-Ferret, B. 2024, *Measuring breastfeeding prevalence using demographic and health surveys*, BioMed Central, <https://core.ac.uk/download/615196111.pdf>
- Smith, Julia, Tomsick, Emily, Wenham, Clare 2022, *A gendered content analysis of the World Health Organization's COVID-19 guidance and policies*, <https://core.ac.uk/download/616660972.pdf>
- Barber, Thomas M., Coussa, Ayla, Hassan, Hayder 2020, *Impact of contraception and IVF hormones on metabolic, endocrine, and inflammatory status*, 'Springer Science and Business Media LLC', <https://core.ac.uk/download/293755293.pdf>

- *on behalf of the UPBEAT Consortium 2024, Breastfeeding behaviours in women with obesity; associations with weight retention and the serum metabolome : a secondary analysis of UPBEAT,* <https://core.ac.uk/download/640799448.pdf>
- *Bhandari, Nita, Bose, Beena, Chowdhury, Ranadip, Devi, et al. 2024, Impact of nutritional and multiple micronutrients supplementation to lactating mothers 6 months postpartum on the maternal and infant micronutrient status: a randomised controlled trial in Delhi, India, Cambridge University Press,* <https://core.ac.uk/download/644958582.pdf>
- *Chou, Doris, Conway, Francesca, Filippi, Veronique, Kovats, et al. 2024, Climate change, air pollution and maternal and newborn health: An overview of reviews of health outcomes., International Society of Global Health,* <https://core.ac.uk/download/613850563.pdf>
- *Anukam, Anthonia 2024, Evaluation of Breastfeeding Interventions to Improve Duration in Women at risk for Breastfeeding Attrition, Knowledge Box,* <https://core.ac.uk/download/617852738.pdf>
- *Arias Ramos, Natalia, García Fernández, Rubén, Liébana Presa, Cristina, Marqués Sánchez, et al. 2023, Social support and mental health in maternity: Effects of the COVID-19 pandemic, 'Elsevier BV',* <https://core.ac.uk/download/564058711.pdf>
- *Caparros González, Rafael A., Ganho Ávila, Ana, Guiomar, Raquel, Pacheco, et al. 2021, Breastfeeding during COVID-19: A Narrative Review of the Psychological Impact on Mothers, 'MDPI AG',* <https://core.ac.uk/download/401696464.pdf>
- *Sharp, D., Sharp, D., Vardavaki, Z., Vardavaki, et al. 2022, Medications and Breastfeeding, Wiley-Blackwell,* <https://core.ac.uk/download/610641558.docx>
- *Anderson, Annie, Cardwell, Christopher C., Dombrowski, Stephen U., Free, et al. 2020, Text messaging to help women with overweight or obesity lose weight after childbirth:the intervention adaptation and SMS feasibility RCT, 'National Institute for Health Research',* <https://core.ac.uk/download/305118173.pdf>
- *Beake, Sarah, Chang, Yan-Shing, Devi, Padma Uma 2024, Women's views and experiences of breastfeeding during the coronavirus disease 2019 pandemic: A systematic review of qualitative evidence,* <https://core.ac.uk/download/616675145.pdf>
- *Gulliksen, Kjersti Solhaug, Holte, Arne, Kvalem, Ingela Lundin, Skårderud, et al. 2024, Trajectories of severe eating disorders through pregnancy and early motherhood,* <https://core.ac.uk/download/653696942.pdf>
- *Zhou, Qinjin 2024, Evaluation of information services and needs for pregnant women, fathers and infants in China,* <https://core.ac.uk/download/619888619.pdf>
- *Anderson, Christopher E., Martinez, Catherine E., Ventura, Alison K., Whaley, et al. 2020, Potential Overfeeding among Formula Fed Special Supplemental Nutrition Program for Women, Infants and Children Participants and Associated*

Factors, DigitalCommons@CalPoly, <https://core.ac.uk/download/491317654.pdf>

- *Fitzsimons, Emla, Parsons, Samantha, Schoon, Ingrid 2023, The relationship between maternal care experience and early child development: Evidence from the UK, UCL Centre for Longitudinal Studies, <https://core.ac.uk/download/568121420.pdf>*
- *Hikmandayani, Hikmandayani, Ida, Andi Syintha, Nurlailly Z, Sri, Pulukadang, et al. 2023, The Relationship between the Knowledge of Third Trimester Pregnant Women and the Implementation of Early Breastfeeding Initiation, 'Poltekkes Kemenkes Kupang', <https://core.ac.uk/download/563936870.pdf>*

Datos de Autores

Dr. Augusto Leonel Durán Cañarte. PhD.

Médico Cirujano, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí;

Doctor en Salud Pública con mención en Sistemas y Servicios de Salud, Universidad de Ciencias Empresariales y Sociales – Argentina.

Magister en Salud Pública, Universidad de Buenos Aires – Argentina.

Médico Especialista en Terapia Intensiva, Universidad del Salvador – Argentina.

Docente de la Carrera de Laboratorio Clínico, Facultad Ciencias de la Salud; Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador;

augusto.duran@unesum.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-4967-7106>

1310373954

Jipijapa

Dr. Jaime Guillermo Chele Villacreses. Mg.

Universidad Cristiana Latinoamericana -Quito.

Magister de Gerencia en Instituciones de Salud - Universidad de Las Américas - Quito.

Médico General del IEES-JIPIJAPA.

Docente - Carrera de Laboratorio Clínico UNESUM.

guillermo.chele@unesum.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0007-5771-7503>

1311498198

Jipijapa

Odont. Nestor Raúl Parrales Ponce. Mg.

Odontólogo, Universidad San Gregorio de Portoviejo;

Magister en Salud Pública, Universidad de las Américas;

Docente de la Carrera de Laboratorio Clínico, Facultad Ciencias de la Salud; Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador;
raul.parrales@unesum.edu.ec
<https://0009-0006-9762-5665>
1314600790
Jipijapa

Ing. Abad Eduardo Palacios Dueñas. Mg.
Ingeniero Comercial, Universidad Vicente Rocafuerte-Guayaquil;
Maestría en Gerencia Educativa;
Master en Administración de Empresas;
Docente de la Carrera de Laboratorio Clínico, Facultad Ciencias de la Salud; Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador;
abad.palacios@unesum.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-3584-9253>
1303568057
Portoviejo

Anexos

Comparación de Células Procariotas y Eucariotas

Característica	Procariota	Eucariota
Tamaño	0.1–5 μm	10–100 μm
Núcleo	No definido, ADN en nucleoide	Núcleo definido con envoltura nuclear
Organelos	Ausentes (excepto ribosomas simples)	Presentes (mitocondrias, RER, Golgi, etc.)
Reproducción	Asexual (fisión binaria)	Sexual o asexual (mitosis, meiosis)
Ejemplos	Bacterias, arqueas	Células animales, vegetales, fúngicas

Clasificación de Hormonas por Tipo y Mecanismo de Acción

Tipo de Hormona	Ejemplos	Solubilidad	Lugar de Receptores	Mecanismo de Acción
Peptídicas	Insulina, glucagón	Hidrosoluble	Membrana celular	Activación de segundos mensajeros (AMPc, IP3)
Esteroides	Cortisol, estrógenos	Liposoluble	Intracelular (citoplasmático o nuclear)	Modulación de la transcripción génica
Aminas	Adrenalina, tiroxina	Variable	Membrana o núcleo (según tipo)	Activación de receptores o genes específicos

Órganos Principales de Cada Sistema del Cuerpo Humano

Sistema	Órganos Principales	Función General
Circulatorio	Corazón, vasos sanguíneos	Transporte de oxígeno, nutrientes y desechos
Respiratorio	Pulmones, tráquea, bronquios	Intercambio de gases (O_2 y CO_2)
Digestivo	Estómago, intestinos, hígado, páncreas	Digestión y absorción de nutrientes
Endocrino	Glándula tiroides, hipófisis, páncreas	Regulación hormonal y homeostasis
Nervioso	Cerebro, médula espinal, nervios	Control y coordinación de funciones corporales
Urinario	Riñones, uréteres, vejiga	Eliminación de desechos y regulación de líquidos
Reproductivo	Ovarios/testículos, útero, pene	Reproducción y características sexuales