



Ácido Láctico, bioquímica y estrés. Tecnología aplicada

6387. NUEVAS TECNOLOGÍAS EN
EDUCACIÓN FÍSICA Y DEPORTE
Curso 2023-2024

Dr. José Pino Ortega
María Isabel Moreno Contreras

Tabla de Contenidos

01

Conceptos

02

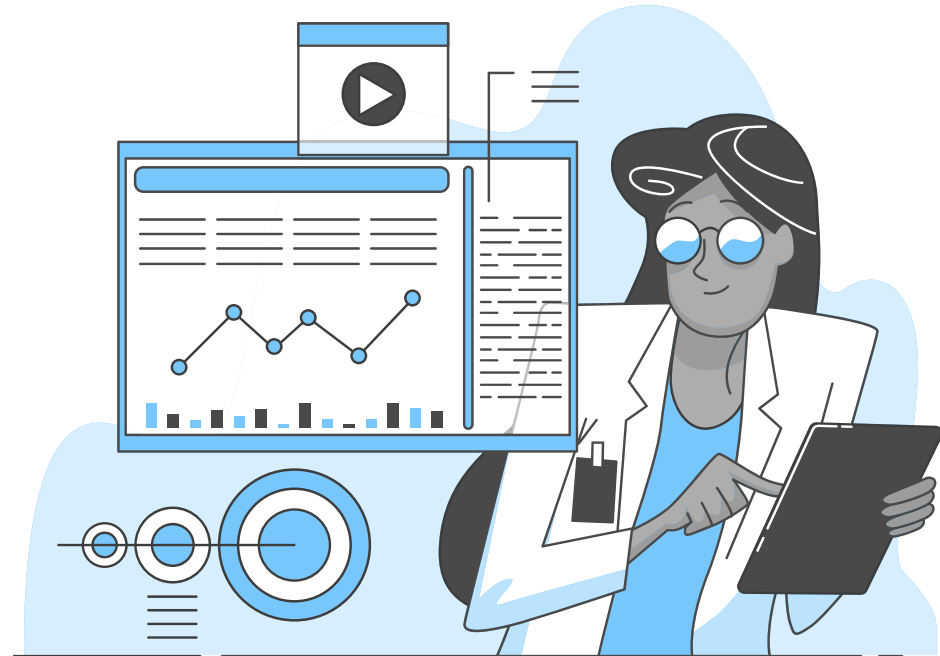
Métodos

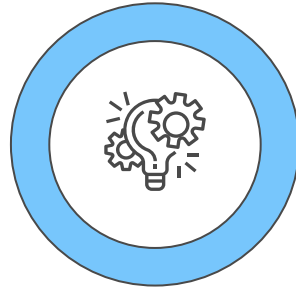
03

Bases científicas

04

Reflexión final

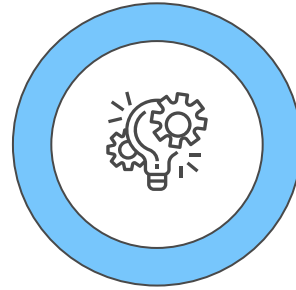




Antes de empezar...

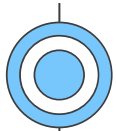
El estrés, principal causa de baja laboral en la actualidad

<https://elderecho.com/el-estres-principal-causa-de-baja-laboral-en-la-actualidad>



Sabias que...

El estrés de puede medir de forma objetiva y subjetiva



01

Concepto

Definición



Definición. Ácido Láctico

En 1780, el sueco Carl Wilhelm Scheele consiguió aislar por primera vez el ácido láctico y concluyó que este compuesto químico era el componente ácido de la leche agria. La leche fue el origen de la primera muestra y ello condujo al nombre de este compuesto químico (“láctico”, relativo o de la leche). No obstante, su nomenclatura química es ácido 2-hidroxi-propanoico. La muestra de ácido láctico que Scheele obtuvo no fue pura. Por ello, su existencia fue criticada durante los siguientes años.



Uribeetxebarria, I. L. (2016). Determinación de condición física de deportistas: diferencias entre futbolistas y determinación indirecta de la velocidad de máximo estado estable de lactato (Doctoral dissertation, Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea). [Pág. 35](#)

Definición. Ácido Láctico

Casi 30 años después, Berzelius encontró ácido láctico en fluidos extraídos de los músculos de animales exhaustos y en 1833 se consiguió aislar muestras de ácido láctico puro.



cita

Definición. Saturación de Oxígeno

Debido a que se trata de medidores no intrusivos, la medición aquí se basa en la radiación de la luz infrarroja. Los dispositivos cuentan con diodos LED capaces de emitir luz roja e infrarroja en unas frecuencias muy concretas y proyectan dicha luz contra nuestra piel. Concretamente, hablamos de un LED que emite luz en una longitud de onda de 660 nanómetros y otro LED que mite luz en 940 nanómetros



<https://www.xatakamovil.com/varios/como-funcionan-pulsioximetros-sensores-saturacion-oxigeno-sangre-pulseras-relojes-inteligentes>

Definición. Saturación de Oxígeno

Dicha luz impacta contra la piel, devolviendo así una imagen muy concreta que otros sensores analizan. Los pulsioxímetros tradicionales proyectan dichas luces contra la punta de un dedo y las pulseras contra la muñeca, pero todas buscan el torrente sanguíneo. Así, la sangre oxigenada absorbe una frecuencia de luz (la de 940 nanómetros) mientras que la sangre desoxigenada absorbe la otra frecuencia, la de 660 nanómetros.



<https://www.xatakamovil.com/varios/como-funcionan-pulsioximetros-sensores-saturacion-oxigeno-sangre-pulseras-relojes-inteligentes>

Definición. Saturación de Oxígeno

Una vez se ha proyectado la luz, el sensor o fotodiodo encargado de analizar la luz rebotada, y por tanto no absorbida, es el que determina, siempre de forma estimada, qué porcentaje de oxígeno transmite nuestra sangre en función de la luz captada (la no absorbida). Se trata de una prueba lenta que suele llevar algunos segundos. De hecho, los relojes y pulseras con pulsioxímetros recomiendan permanecer quietos durante varios segundos (hasta 15) para que así no variemos el pulso, y por tanto los niveles de oxígeno, durante la prueba.



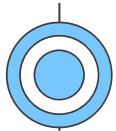
<https://www.xatakamovil.com/varios/como-funcionan-pulsioximetros-sensores-saturacion-oxigeno-sangre-pulseras-relojes-inteligentes>

Definición. Stress

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define el estrés como «el conjunto de reacciones fisiológicas que prepara el organismo para la acción». En términos globales se trata de un sistema de alerta biológico necesario para la supervivencia. Cualquier cambio o circunstancia diferente que se presente ante nuestras vidas, como cambiar de trabajo, hablar en público, presentarse a una entrevista o cambiar de residencia, puede generar estrés. Aunque también dependerá del estado físico y psíquico de cada individuo.



Oliva, S. T. (2007). Estrés y burn out: definición y prevención. *Offarm: farmacia y sociedad*, 26(10), 104-107.



02

Métodos

Valoración





Ácido Láctico

Método de campo
Directos
Indirectos

Método de laboratorio
Directos
Indirectos





Ácido Láctico

Método de campo

Directos

Indirectos

Método de laboratorio

Directos

Indirectos

ANALIZADORES PORTÁTILES DE LACTATO



Composición química: Las tiras reactivas contienen reactivos específicos que reaccionan con el lactato para producir un cambio de color detectable.

<https://www.fisiomarket.com/4921-tiras-reactivas-lactate-scout-bote-de-25-unidades.html>





Ácido Láctico

Método de campo

Directos

Indirectos

Método de laboratorio

Directos

Indirectos



<https://today.ucsd.edu/story/multi-tasking-wearable-continuously-monitors-glucose-alcohol-and-lactate>





Ácido Láctico

Método de campo
Directos
Indirectos

Método de laboratorio
Directos
Indirectos



<https://www.pkvitality.com/ktrack-athlete/>



Ácido Láctico

Método de campo
Directos
Indirectos

Método de laboratorio
Directos
Indirectos



<https://onalabs.com/onasport/>



Ácido Láctico

El dispositivo ONASPORT recoge los datos de tu ritmo cardíaco.

Los sensores electroquímicos, integrados en parches desechables, facilitan la canalización del sudor para la medición de tus niveles de lactato y deshidratación



<https://onalabs.com/onasport/>





Saturación oxígeno

Método de campo
Directos
Indirectos

Método de laboratorio
Directos
Indirectos



<https://www.pkvitality.com/ktrack-athlete/>

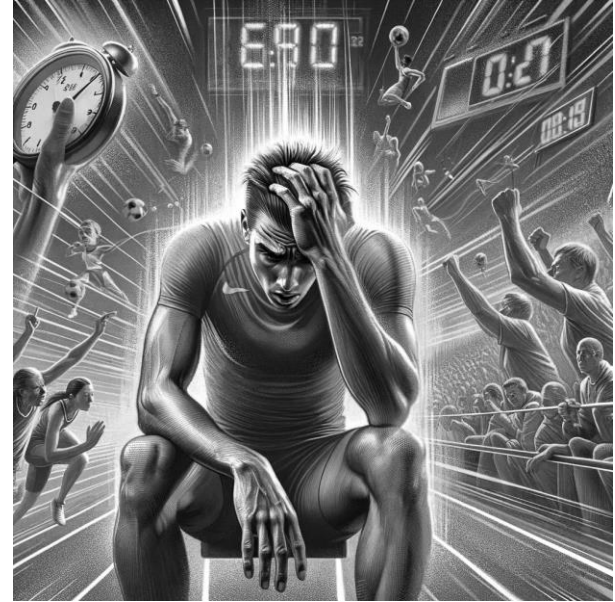


Stress

Métodos subjetivos

Métodos objetivos

Tensión muscular (EMG)
Conductancia de la piel (Sc)
Respiración
Tasa cardíaca
Coherencia y variabilidad cardíaca HRV
Temperatura periférica



<https://cocotraining.es/como-medir-el-estres>



Stress

Métodos subjetivos

Métodos objetivos

Tensión muscular (EMG)

Conductancia de la piel (Sc)

Respiración

Tasa cardíaca

Coherencia y variabilidad cardíaca HRV

Temperatura periférica

Cortisol

Otros

Se mide en microvoltios, es la activación eléctrica derivada de la contracción de los músculos. Para evaluar normalmente se realiza una colocación frontal general. Los valores normativos en reposo están en torno a 3 microvoltios



<https://cocotraining.es/como-medir-el-estres>



Stress

Métodos subjetivos

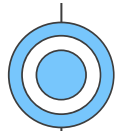
Métodos objetivos

Tensión muscular (EMG)
Conductancia de la piel (Sc)
Respiración
Tasa cardíaca
Coherencia y variabilidad cardíaca HRV
Temperatura periférica
Cortisol
Otros

se mide en micromhos, es la respuesta electrodermal de la piel, la sudoración. En la evaluación se colocan los sensores en los dedos índice y anular. Valores por encima de 20, son reflejo de estados de activación elevados. Aunque los valores bajos no implican necesariamente la relajación y bienestar de la persona. Para sacar conclusiones sobre los niveles de conductancia, necesitamos analizar las variaciones entre los estados de reposo y activación, ya que es una variable que correlaciona de manera instantánea con las activaciones emocionales



<https://cocotraining.es/como-medir-el-estres>



Stress

Métodos subjetivos

Métodos objetivos

Tensión muscular (EMG)
Conductancia de la piel (Sc)

Respiración

Tasa cardíaca

Coherencia y variabilidad cardíaca HRV

Temperatura periférica

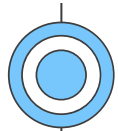
Cortisol

Otros

para analizarla medimos tanto la tasa (número de respiraciones/minuto), como la amplitud, la cantidad de aire recogido. Para medirla se coloca un sensor alrededor del abdomen. Valores por encima de 16 son considerados como “hiperventilación”, los valores en los que se alcanza una mayor armonía emocional y mayor rendimiento físico están en torno a 6 respiraciones por minuto.



<https://cocotraining.es/como-medir-el-estres>



Stress

Métodos subjetivos

Métodos objetivos

Tensión muscular (EMG)

Conductancia de la piel (Sc)

Respiración

Tasa cardíaca

Coherencia y variabilidad cardíaca HRV

Temperatura periférica

Cortisol

Otros

la medimos en latidos/minuto, colocando un sensor en el dedo corazón. Los rangos normativos son muy amplios, en adultos pueden variar entre 60 y 100.



<https://cocotraining.es/como-medir-el-estres>





Stress

Métodos subjetivos

Métodos objetivos

Tensión muscular (EMG)
Conductancia de la piel (Sc)
Respiración
Tasa cardíaca
Coherencia y variabilidad cardíaca HRV
Temperatura periférica
Cortisol
Otros

El ANS (el sistema nervioso autónomo) está asociado a cada proceso automático que se lleva a cabo en el cuerpo Humano.

Es el encargado de regular la presión arterial, los niveles de azúcar en la sangre, la temperatura corporal, la digestión y muchos procesos más.



Aplicación de la Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca al Estudio de las Emociones ([Tesis Doctoral](#))



Stress

Métodos subjetivos

Métodos objetivos

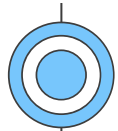
Tensión muscular (EMG)
Conductancia de la piel (Sc)
Respiración
Tasa cardíaca
Coherencia y variabilidad cardíaca HRV
Temperatura periférica
Cortisol
Otros

La HRV (Variabilidad de la frecuencia cardíaca) es el resultado de las interacciones entre el ANS y el sistema cardiovascular. La HRV es un indicador del correcto funcionamiento del sistema nervioso (dado que el ANS también esté vinculado a los principales sistemas y procesos biológicos, la HRV también vincula la actividad cardiovascular con otros sistemas como el respiratorio o el digestivo).

Por tanto, la HRV es una herramienta de utilidad para entender la salud general, la resistencia y la capacidad de soportar el estrés.

[Aplicación de la Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca al Estudio de las Emociones \(Tesis Doctoral\)](#)





Stress

Métodos subjetivos

Métodos objetivos

Tensión muscular (EMG)
Conductancia de la piel (Sc)
Respiración
Tasa cardíaca
Coherencia y variabilidad cardíaca HRV
Temperatura periférica
Cortisol
Otros

El ANS está compuesto de dos ramas principales que controlan el estrés y los procesos de recuperación. La actividad del ANS se basa en un equilibrio entre el sistema nervioso simpático (Sympathetic Nervous System o SNS) y el sistema nervioso parasimpático (Parasympathetic Nervous System o PNS).



[Aplicación de la Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca al Estudio de las Emociones \(Tesis Doctoral\)](#)



Stress

Métodos subjetivos

Métodos objetivos

- Tensión muscular (EMG)
- Conductancia de la piel (Sc)
- Respiración
- Tasa cardíaca
- Coherencia y variabilidad cardíaca HRV
- Temperatura periférica
- Cortisol
- Otros

En estados de ansiedad, estrés y actividad física predomina la actuación del SNS, aumentando la frecuencia cardíaca mediante impulsos lentos de baja frecuencia (disminuyendo la HRV). En cambio, en un estado de reposo predomina el PNS, encargado de realizar una disminución de la frecuencia cardíaca por impulsos eléctricos vagales de alta frecuencia (aumentando la HRV)



Aplicación de la Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca al Estudio de las Emociones ([Tesis Doctoral](#))



Stress

Métodos subjetivos

Métodos objetivos

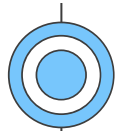
Tensión muscular (EMG)
Conductancia de la piel (Sc)
Respiración
Tasa cardíaca
Coherencia y variabilidad cardíaca HRV
Temperatura periférica
Cortisol
Otros

Valores bajos de VFC pueden indicar un mayor nivel de estrés, ya que una menor variabilidad sugiere una menor capacidad del sistema nervioso para adaptarse a cambios, reflejando una dominancia del sistema nervioso simpático (relacionado con la respuesta de "lucha o huida").

Por otro lado, valores **más altos** de VFC indican un mayor equilibrio y adaptabilidad del sistema nervioso, reflejando un estado de relajación y menor estrés.

Aplicación de la Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca al Estudio de las Emociones ([Tesis Doctoral](#))





Stress

Métodos subjetivos

Métodos objetivos

Tensión muscular (EMG)

Conductancia de la piel (Sc)

Respiración

Tasa cardíaca

Coherencia y variabilidad cardíaca HRV

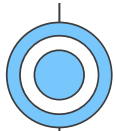
Temperatura periférica

se mide en grados centígrados que varían por la vaso constricción/vasodilatación y con la colocación del sensor en el dedo meñique. Esta variable responde de manera muy lenta a los cambios, y sus valores normativos son:

- Manos muy frías <25°C
- Manos frías 25-29°C
- Valores normales 29-34°C
- Manos calientes >34°C

<https://cocotraining.es/como-medir-el-estres>





03

Bases científicas





Bases científicas. Estrés

Reyna, C., Mola, D. J., & Correa, P. S. (2019). Perceived Stress Scale: psychometric analysis from CTT and IRT. *Anxiety Stress*, 25(2), 138-147.

<https://www.elsevier.es/es-revista-ansiedad-estres-242-articulo-escala-estres-percibido-analisis-psicometrico-S1134793718301283>



Bases científicas. Estrés

Morera, L. P., Tempesti, T. C., Pérez, E. R., & Medrano, L. A. (2019). Biomarkers in stress measurement: A systematic review.

<https://www.elsevier.es/es-revista-ansiedad-estres-242-articulo-biomarcadores-medicion-del-estres-una-S1134793718300472>

PATLÁN PÉREZ, J. U. A. N. A. (2019). ¿ Qué es el estrés laboral y cómo medirlo?. Revista Salud Uninorte, 35(1), 156-184.

Página interesante

<https://www.sergiosanchez.es/hrv/>

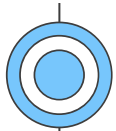


Bases científicas. Situación de oxígeno

Miranda-Fuentes, C., Chiroso-Ríos, L. J., Guisado-Requena, I. M., Delgado-Floody, P., & Jerez-Mayorga, D. (2021). Changes in muscle oxygen saturation measured using wireless near-infrared spectroscopy in resistance training: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(8), 4293.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8074101/>





Bases científicas. Estrés

Morera, L. P., Tempesti, T. C., Pérez, E. R., & Medrano, L. A. (2019). Biomarkers in stress measurement: A systematic review.

<https://www.elsevier.es/es-revista-ansiedad-estres-242-articulo-biomarcadores-medicion-del-estres-una-S1134793718300472>

PATLÁN PÉREZ, J. U. A. N. A. (2019). ¿ Qué es el estrés laboral y cómo medirlo?. Revista Salud Uninorte, 35(1), 156-184.





Bases científicas. Ácido Lactico

Bonaventura JM, Sharpe K, Knight E, Fuller KL, Tanner RK, Gore CJ. Reliability and accuracy of six hand-held blood lactate analysers. J Sports Sci Med. 2015 Mar 1;14(1):203-14. PMID: 25729309; PMCID: PMC4306774.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4306774/>

Método continuo

Chien, M. N., Fan, S. H., Huang, C. H., Wu, C. C., & Huang, J. T. (2022). Continuous lactate monitoring system based on percutaneous microneedle array. Sensors, 22(4), 1468.

<https://www.mdpi.com/1424-8220/22/4/1468>



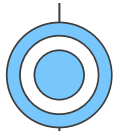


Bases científicas. Variabilidad de frecuencia cardíaca

Kim HG, Cheon EJ, Bai DS, Lee YH, Koo BH. Stress and Heart Rate Variability: A Meta-Analysis and Review of the Literature. *Psychiatry Investig.* 2018 Mar;15(3):235-245. doi: 10.30773/pi.2017.08.17. Epub 2018 Feb 28. PMID: 29486547; PMCID: PMC5900369

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5900369/#b15-pi-2017-08-17>





Bases científicas. Variabilidad de frecuencia cardíaca

Ávila, S. M. G., Garzón, L., & Casallas, L. H. C. (2011). Revisión de dispositivos electrónicos para la determinación de estrés a partir de variables fisiológicas. *Visión electrónica*, 5(1), 114-122.

<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4016780.pdf>





04

Reflexión final



Reflexión final

Preguntas para debate

- ¿Es importante el ácido láctico?
- ¿Es importante medir el estrés?
- ¿En qué deportes, esta variable es importante?





Dr. José Pino Ortega

✉ josepinoortega@um.es

 [José Pino-Ortega](#)

Despacho 12 - Tercera Planta

