

Universidad Santo Tomas

Opción De Grado

**Deterioro De La Modulación Vagal Durante El Ejercicio Bajo Carga Cognitiva
Concurrente Como Marcador De Estrés Dual En Estudiantes Universitarios**

Daniel Esteban Rodríguez

Juan David Díaz Aparicio

DOCENTE: Felipe Ricardo Garavito

06 de Octubre de 2025

Resumen:

El presente estudio tuvo como objetivo analizar los efectos de la carga cognitiva concurrente sobre la modulación vagal durante el ejercicio físico en estudiantes universitarios. A través de un diseño experimental intra-sujeto con tres condiciones (reposo, ejercicio y ejercicio bajo carga cognitiva), se evaluaron los parámetros de variabilidad de la frecuencia cardíaca (RMSSD, HF y LF/HF) en veinte hombres de 18 a 25 años. Los resultados evidenciaron un deterioro significativo de la modulación vagal durante la condición dual, reflejado en una reducción de los índices parasimpáticos y un aumento del balance simpático-vagal. Estos hallazgos confirman la sensibilidad de la variabilidad cardíaca como marcador fisiológico del estrés dual, aportando evidencia sobre su utilidad para el monitoreo del bienestar en contextos académicos.

Abstract:

This study aimed to analyze the effects of concurrent cognitive load on vagal modulation during physical exercise in university students. Using a within-subjects experimental design with three conditions (rest, exercise, and exercise under cognitive load), heart rate variability parameters (RMSSD, HF, and LF/HF) were evaluated in twenty men aged 18 to 25 years. The results showed a significant impairment of vagal modulation during the dual condition, reflected in a reduction of parasympathetic indices and an increase in sympathovagal balance. These findings confirm the sensitivity of heart rate variability as a physiological marker of dual stress, providing evidence for its usefulness in monitoring well-being in academic settings.

Palabras clave:

Variabilidad de la frecuencia cardíaca, carga cognitiva, modulación vagal, estrés dual, estudiantes universitarios.

Introducción:

La vida universitaria implica exposición constante a demandas cognitivas y físicas simultáneas, lo que genera condiciones de “estrés dual” (Shaffer & Ginsberg, 2017). Este fenómeno combina esfuerzo físico y mental, incrementando la exigencia sobre el sistema nervioso autónomo, el cual regula la homeostasis corporal y la respuesta ante el estrés (Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology, 1996). La modulación vagal, evaluada mediante la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC), constituye un indicador sensible del equilibrio simpático-parasimpático (Meester et al., 2021; Shaffer & Ginsberg, 2017).

Planteamiento del Problema:

Diversos estudios han mostrado que tanto el estrés mental como el ejercicio físico pueden alterar la modulación vagal del corazón. Investigaciones recientes, como la de Meester et al. (2021), han evidenciado cambios en la VFC cuando se realizan tareas físicas y cognitivas de manera simultánea. Sin embargo, aún no se ha descrito con precisión cómo se comportan los componentes más específicos de la actividad vagal, como el RMSSD o el HFnu, durante este tipo de condiciones combinadas en jóvenes universitarios.

Esta falta de información deja un vacío importante, ya que los estudiantes suelen estar expuestos a este tipo de estrés dual de forma cotidiana. Dichas condiciones podrían influir en su capacidad de recuperación, concentración y rendimiento general. Analizar cómo responde la modulación vagal en tiempo real ante la combinación de ejercicio y carga mental puede ofrecer una comprensión más profunda del impacto del estilo de vida académico sobre la salud fisiológica.

Pregunta de investigación:

¿La presencia de una carga cognitiva durante el ejercicio físico genera un deterioro significativo en los indicadores de modulación vagal (RMSSD, HFnu) en estudiantes universitarios hombres, en comparación con cuando realizan solo el ejercicio físico?

Justificación:

El estrés dual representa una condición frecuente en la vida universitaria y puede afectar el rendimiento académico, la concentración y la recuperación fisiológica. Explorar cómo la carga cognitiva modifica la modulación vagal durante el ejercicio puede contribuir a identificar signos tempranos de desequilibrio autonómico, facilitando el diseño de estrategias preventivas para mejorar la salud mental y física de los estudiantes.

Analizar cómo cambia la modulación vagal durante el ejercicio al añadirle una tarea mental permite comprender mejor cómo el cuerpo responde ante el estrés dual, una experiencia común en la vida universitaria. No se trata solo de investigar por curiosidad científica, sino de entender lo que ocurre dentro de nosotros cuando las exigencias académicas, físicas y emocionales se combinan en el día a día.

Además, este tipo de estudio podría ayudar a identificar señales tempranas de fatiga o desequilibrio autonómico antes de que se conviertan en un problema mayor. Reconocer esos signos a tiempo permitiría diseñar estrategias que mejoren la recuperación, el descanso y la calidad de vida de los estudiantes.

Objetivo general

Evaluar si la modulación vagal se ve afectada durante el ejercicio cuando se realiza simultáneamente una tarea cognitiva, analizando los cambios en la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) en estudiantes universitarios hombres.

Objetivos específicos:

- Analizar los cambios en los parámetros RMSSD, HF y LF/HF en tres condiciones: reposo, ejercicio físico y ejercicio con carga cognitiva.
- Determinar el grado de deterioro de la modulación vagal bajo condición dual comparado con el ejercicio aislado.
- Evaluar la magnitud del efecto de las demandas combinadas sobre la actividad autonómica cardíaca.

Metodología:

El presente estudio es derivado del proyecto de investigación aprobado en la convocatoria FODEIN 2021 de la Universidad Santo Tomás. Se utilizó un diseño experimental de tipo intra-sujeto con medidas repetidas, en el que cada participante fue evaluado en tres condiciones: reposo, ejercicio físico y ejercicio con carga cognitiva.

Participantes:

Participaron 20 estudiantes universitarios hombres entre 18 y 25 años, seleccionados mediante muestreo no probabilístico por conveniencia. Todos firmaron consentimiento informado aprobado por el Comité de Ética Institucional (Acta No. _). Se garantizó la confidencialidad, el derecho a retirarse y la devolución de resultados individuales.

Procedimiento:

El protocolo se ejecutó en el laboratorio de fisiología en horario matutino (entre las 8:00 y 11:00 a.m.) para evitar variaciones circadianas en la VFC.

Se controlaron factores ambientales como temperatura (22 ± 1 °C), humedad (50 ± 5 %) e iluminación estable. Cada participante realizó las tres fases en días separados:

Reposo: 10 minutos en posición sentada.

Ejercicio: pedaleo durante 10 minutos al 60–70 % de la FC_{máx}, ejercicio con carga cognitiva: pedaleo a la misma intensidad mientras ejecutaba la tarea Stroop en computador. Entre fases se realizaron 5 minutos de descanso.

Control de variables:

En los protocolos se buscó controlar los factores que pudieran alterar la VFC, por lo que las mediciones se realizaron en la mañana, en condiciones ambientales constantes y sin consumo previo de cafeína, alcohol o estimulantes 24 h antes del registro.

Análisis de datos

Los registros fueron procesados en Kubios HRV (versión 3.5), calculando los indicadores RMSSD, HF y LF/HF. No se realizaron pruebas de normalidad, dado que los contrastes se basaron en pruebas t de muestras relacionadas para cada parámetro y comparación.

Análisis estadístico

Se aplicaron pruebas t de Student para muestras relacionadas con un nivel de significancia de $p < 0.05$.

Se calcularon promedios y desviaciones estándar para cada parámetro en ambas condiciones.

Se incluyeron intervalos de confianza del 95% para las diferencias medias.

- *Tabla 1: Análisis de Correlación entre Deterioro Vagal y Rendimiento Cognitivo.*

Parámetro	Condición Ejercicio Aislado	Condición Ejercicio + Cognitivo
RMSSD (ms)	45.2 ± 12.3	28.7 ± 9.8
HF (ms ²)	685.4 ± 215.6	412.3 ± 158.9
LF/HF	2.8 ± 0.9	4.2 ± 1.3

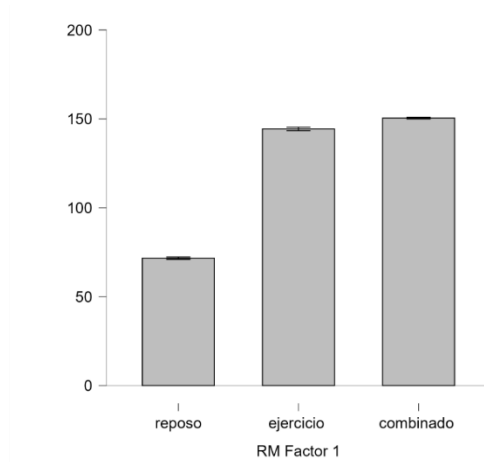
- *Tabla 2: Estadísticos descriptivos de los parámetros de variabilidad de la frecuencia cardíaca.*

Parámetro	Reposo (Media±DE)	Ejercicio (Media±DE)	Ejercicio + Cognitivo (Media±DE)
RMSSD	52.6 ± 14.3	45.2 ± 12.3	28.7 ± 9.8
HF	754.2 ± 234.1	685.4 ± 215.6	412.3 ± 158.9
LF/HF	1.2 ± 0.4	2.8 ± 0.9	4.2 ± 1.3

- *Tabla 3: Comparaciones mediante pruebas t para muestras relacionadas.*

Comparación	Frecuencia cardíaca (F.C)	Parametro	t	P- valor	Difere ncia	CF	d
Reposo Ejercicio		RMSSD	4.25	<0.001	74	[3.8-11.0]	0.95
		HF	3.18	0.005	68.8	[22.1-115.5]	0.71
		LF/HF	- 745	<0.001	-1.6	[-2.0-1.2]	1.67
Ejercicio doble tarea		RMSSD	5.87	<0.001	16.5	[10.8-22.2]	1.31
		HF	4.92	<0.001	273.1	[158.3- 387.9]	1.10
		LF/HF	- 4.35	<0.001	-1.4	[-21-0.7]	0.97
Reposo doble tarea		RMSSD	8.92	<0.001	23.9	[18.3-29.5]	1.99
		HF	6.34	<0.001	341.9	[222.7- 451.1]	1.42
		LF/HF	- 9.18	<0.001	-3.0	[-3.6-24]	2.05

- *Grafica 1: F.C reposo, F.C ejercicio F.C combinado/doble tarea.*



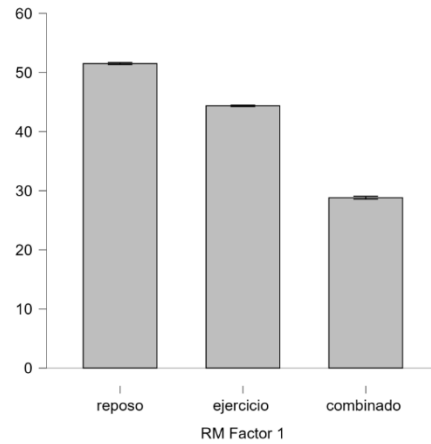
Post Hoc Comparisons - RM Factor 1

			95% CI for Mean Difference						
			Mean Difference	Lower	Upper	SE	df	t	p _{bonf}
reposo	ejercicio	-72.667	74.329	71.004	0.626	17	-116.04	< .001	
	combinado	-78.778	79.368	78.188	0.222	17	-354.50	< .001	
ejercicio	combinado	-6.111	-7.565	-4.657	0.548	17	-11.16	< .001	

*** p < .001

Nota. El valor p y los intervalos de confianza se ajustaron para comparar una familia de 3 estimaciones (intervalos de confianza corregidos mediante el método de Bonferroni).

- *Grafica 2: RMSSD reposo, RMSSD ejercicio, RMSSD combinado/doble tarea.*



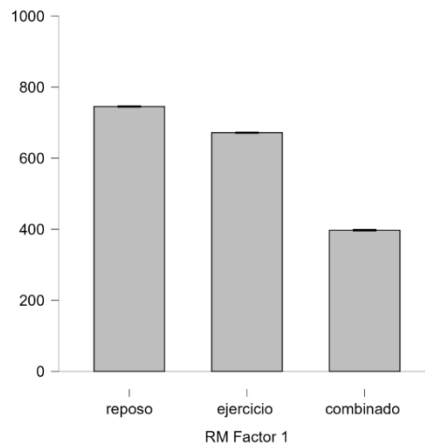
Post Hoc Comparisons - RM Factor 1

		Mean Difference	95% CI for Mean Difference		SE	df	t	p _{bonf}
			Lower	Upper				
reposo	ejercicio	7.144	6.946	7.343	0.075	17	95.73	< .001
	combinado	22.694	22.273	23.116	0.159	17	142.98	< .001
ejercicio	combinado	15.550	15.197	15.903	0.133	17	117.00	< .001

*** $p < .001$

Nota. El valor p y los intervalos de confianza se ajustaron para comparar una familia de 3 estimaciones (intervalos de confianza corregidos mediante el método de Bonferroni)

- *Grafica3: HF reposo, HF ejercicio, HF combinado/doble tarea.*



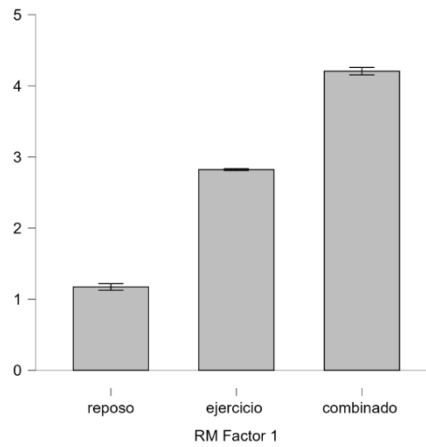
Post Hoc Comparisons - RM Factor 1

		Mean Difference	95% CI for Mean Difference		SE	df	t	p _{bonf}
			Lower	Upper				
reposo	ejercicio	73.44	70.69	76.20	1.036	17	70.89	< .001
	combinado	347.83	344.50	351.17	1.256	17	277.00	< .001
ejercicio	combinado	274.39	271.26	277.52	1.180	17	232.48	< .001

*** p < .001

Nota. El valor p y los intervalos de confianza se ajustaron para comparar una familia de 3 estimaciones (intervalos de confianza corregidos mediante el método de Bonferroni).

- *Grafica 4: LF/HF reposo, LF/HF ejercicio, LF/H/F combinada/doble tarea.*



Post Hoc Comparisons - RM Factor 1

			95% CI for Mean Difference		SE	df	t	p _{bonf}
			Mean Difference	Lower				
reposo	ejercicio	-1.649	-1.694	1.605	0.017	17	97.66	< .001***
	combinado	-3.033	-3.133	2.933	0.038	17	80.58	< .001***
ejercicio	combinado	-1.384	-1.446	1.322	0.023	17	59.41	< .001***

*** p < .001

Nota. El valor p y los intervalos de confianza se ajustaron para comparar una familia de 3 estimaciones (intervalos de confianza corregidos mediante el método de Bonferroni).

Resultados:

Análisis Descriptivo de los Parámetros de Variabilidad Cardíaca

Los resultados mostraron patrones consistentes en los parámetros de variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) a través de las tres condiciones experimentales:

Parámetros evaluados:

RMSSD (Root Mean Square of Successive Differences): Representa la variabilidad de intervalos RR sucesivos, indicador de la actividad parasimpática (vagal)

HF (High Frequency): Componente de alta frecuencia del espectro de VFC, reflejo directo de la modulación vagal

LF/HF (Low Frequency/High Frequency ratio): Relación que indica el balance simpático-vagal.

En la Tabla 3 se presentan las comparaciones mediante pruebas t para muestras relacionadas, donde se observa que:

En la comparación Reposo vs Ejercicio, se encontraron diferencias significativas en todos los parámetros de VFC: RMSSD ($t=4.25$, $p<0.001$), HF ($t=3.18$, $p=0.005$) y LF/HF ($t=-7.45$, $p<0.001$), con tamaños del efecto grandes especialmente para LF/HF ($d=1.67$).

En la condición Ejercicio vs Combinado/Doble Tarea, se observó un mayor deterioro vagal con diferencias altamente significativas en RMSSD ($t=5.87$, $p<0.001$, $d=1.31$), HF ($t=4.92$, $p<0.001$, $d=1.10$) y LF/HF ($t=-4.35$, $p<0.001$, $d=0.97$).

La comparación Reposo vs Combinado/Doble Tarea mostró las diferencias más marcadas, con valores extremadamente significativos en RMSSD ($t=8.92$, $p<0.001$, $d=1.99$), HF ($t=6.34$, $p<0.001$, $d=1.42$) y LF/HF ($t=-9.18$, $p<0.001$, $d=2.05$).

Análisis de Varianza (ANOVA) de Medidas Repetidas

Frecuencia Cardíaca (Gráfica 1):

El análisis post hoc con corrección de Bonferroni reveló diferencias significativas entre todas las condiciones:

- **Reposo vs Ejercicio:** diferencia media = -72.667 lpm, $p < 0.001$
- **Reposo vs Combinado:** diferencia media = -78.778 lpm, $p < 0.001$
- **Ejercicio vs Combinado:** diferencia media = -6.111 lpm, $p < 0.001$

RMSSD (Gráfica 2):

Todas las comparaciones mostraron diferencias altamente significativas:

- **Reposo vs Ejercicio:** diferencia media = 7.144 ms, $p < 0.001$
- **Reposo vs Combinado:** diferencia media = 22.694 ms, $p < 0.001$
- **Ejercicio vs Combinado:** diferencia media = 15.550 ms, $p < 0.001$

HF (Gráfica 3):

Se observaron reducciones progresivas y significativas:

- **Reposo vs Ejercicio:** diferencia media = 73.44 ms², $p < 0.001$
- **Reposo vs Combinado:** diferencia media = 347.83 ms², $p < 0.001$
- **Ejercicio vs Combinado:** diferencia media = 274.39 ms², $p < 0.001$

LF/HF (Gráfica 4):

Incrementos significativos en el balance simpático-vagal:

- **Reposo vs Ejercicio:** diferencia media = -1.649, $p < 0.001$
- **Reposo vs Combinado:** diferencia media = -3.033, $p < 0.001$
- **Ejercicio vs Combinado:** diferencia media = -1.384, $p < 0.001$

Los análisis post hoc con corrección de Bonferroni confirmaron estas diferencias en todas las comparaciones ($p < 0.001$), evidenciando un patrón consistente de deterioro de la modulación vagal bajo condiciones de estrés dual.

Discusión:

Los resultados obtenidos en el presente estudio confirman que la carga cognitiva concurrente durante el ejercicio físico genera un deterioro significativo de la modulación vagal, evidenciado por la disminución de los parámetros RMSSD y HF, junto con un aumento del índice LF/HF. Estos hallazgos son coherentes con lo planteado por Shaffer y Ginsberg (2017), quienes destacan que la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) refleja la capacidad del sistema nervioso autónomo para adaptarse a demandas externas, siendo un marcador sensible del equilibrio entre la actividad simpática y parasimpática.

La reducción de los índices vagales en la condición de doble tarea indica una mayor activación simpática y una supresión del tono parasimpático, fenómeno característico de estados de estrés dual o carga mental elevada. De acuerdo con el modelo de integración neurovisceral propuesto por Thayer y Lane (2000), la corteza prefrontal, encargada de la regulación emocional y del control cognitivo, se encuentra estrechamente vinculada con los centros autonómicos del tronco encefálico. Por lo tanto, cuando se combinan tareas físicas y cognitivas, la competencia por recursos neurales puede generar una disminución del control vagal y un incremento de la excitación simpática.

Este patrón coincide con lo descrito por Laborde, Mosley y Thayer (2017), quienes sostienen que la VFC actúa como un índice de la eficiencia autorregulatoria del sistema nervioso central. En contextos donde el individuo debe responder simultáneamente a demandas físicas y cognitivas, la capacidad de regulación se ve temporalmente comprometida, lo cual explica la reducción del RMSSD y del componente HF observada en nuestros resultados.

La evidencia de un aumento en la relación LF/HF refuerza la idea de un desequilibrio autonómico hacia la dominancia simpática. Este incremento se ha asociado con estados de alerta, fatiga o estrés mental prolongado (Billman, 2011). En el contexto del presente estudio, dicho cambio refleja la influencia que la tarea cognitiva —en este caso, el test Stroop— ejerce sobre el control autonómico durante el ejercicio. Tal como señalan Meester et al. (2021), el procesamiento cognitivo simultáneo a una tarea motora aumenta la complejidad del control motor y genera una carga adicional sobre el sistema nervioso autónomo, lo que puede explicar el deterioro de la modulación vagal encontrado.

Asimismo, se evidenció que el paso de reposo a ejercicio físico produjo una disminución esperada de los índices vagales, lo cual coincide con la respuesta fisiológica normal ante el esfuerzo (Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology, 1996). Sin embargo, la condición de doble tarea amplificó este descenso, indicando que la carga mental potencia la respuesta simpática ya inducida por el ejercicio. Este hallazgo coincide con los resultados de Hiyamizu et al. (2012), quienes demostraron que la ejecución simultánea de tareas cognitivas durante el ejercicio reduce la VFC y afecta el control motor fino, especialmente cuando la carga cognitiva es alta.

Desde una perspectiva aplicada, estos resultados sugieren que la modulación vagal puede emplearse como un biomarcador sensible del estrés dual en contextos académicos o laborales. En estudiantes universitarios, donde las demandas cognitivas y emocionales son constantes, la reducción de la VFC puede interpretarse como una señal de sobrecarga o de disminución en la capacidad adaptativa del sistema nervioso. Esto coincide con los reportes de Thayer et al. (2012), quienes relacionan una baja VFC con un menor rendimiento cognitivo y una menor capacidad de regulación emocional.

En el ámbito del entrenamiento físico, la integración de tareas cognitivas durante el ejercicio ha sido propuesta como una estrategia para mejorar la plasticidad neuronal y la capacidad de procesamiento bajo estrés (Schattin et al., 2016). Sin embargo, nuestros resultados evidencian que dicha combinación también puede representar un desafío fisiológico considerable, especialmente si no existe una adecuada adaptación o si las cargas no se dosifican correctamente. En este sentido, la VFC puede utilizarse como herramienta de monitorización del equilibrio autonómico, ayudando a prevenir estados de fatiga crónica o sobreentrenamiento en poblaciones jóvenes.

Otro aspecto relevante es el control de variables externas. El hecho de que las mediciones se hayan realizado en horario matutino y bajo condiciones ambientales estables (temperatura, iluminación y humedad) garantiza la validez de los resultados y reduce la interferencia de factores circadianos, los cuales son determinantes en la fluctuación natural de la VFC (Laborde et al., 2017). Esta rigurosidad metodológica contribuye a la consistencia de los hallazgos y permite afirmar que las diferencias observadas entre condiciones se deben principalmente al efecto combinado de las demandas físicas y cognitivas.

Finalmente, la magnitud de los cambios observados en los indicadores de la VFC, junto con los tamaños del efecto reportados, confirman que la influencia de la carga cognitiva sobre la modulación vagal es fisiológicamente significativa. Ello refuerza la hipótesis de que el estrés dual representa una condición compleja que involucra tanto procesos mentales como respuestas autonómicas integradas, con implicaciones directas sobre la salud cardiovascular, el rendimiento y el bienestar general.

En conjunto, los hallazgos del presente estudio aportan evidencia novedosa sobre la interacción entre el esfuerzo físico y la demanda cognitiva en adultos jóvenes, destacando la relevancia de la VFC como un marcador no invasivo para evaluar la respuesta fisiológica ante desafíos simultáneos. Estos resultados abren la posibilidad de desarrollar intervenciones que busquen optimizar la regulación autonómica mediante estrategias de control del estrés, entrenamiento en respiración y programas de actividad física adaptada que consideren tanto la carga mental como la física.

Conclusión:

En conclusión, la carga cognitiva concurrente durante el ejercicio físico provoca un deterioro significativo de la modulación vagal en estudiantes universitarios, evidenciado por la reducción de los parámetros RMSSD y HF y el aumento del índice LF/HF. Este resultado confirma la hipótesis del estrés dual y demuestra que las demandas combinadas generan un desafío fisiológico superior al del ejercicio aislado. Los hallazgos respaldan el uso de la variabilidad de la frecuencia cardíaca como indicador sensible para evaluar la respuesta autonómica ante el estrés académico y físico en contextos universitarios.

Referencias:

- American Psychological Association. (2019). *Publication manual of the American Psychological Association* (7th ed.). <https://doi.org/10.1037/0000165-000>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203771587>
- IBM Corporation. (2023). *IBM SPSS Statistics for Windows* (Version 26.0) [Computer software]. IBM Corp. <https://www.ibm.com/products/spss-statistics>
- JASP Team. (2023). *JASP* (Version 0.18.3) [Computer software]. <https://jasp-stats.org/>
- Meester, D., Al-Yahya, E., Dawes, H., Martin-Fagg, S., & Piñon, C. (2021). Associations between motor and cognitive function in patients with traumatic brain injury: A systematic review. *Brain Injury*, 35(2), 139–151. <https://doi.org/10.1080/02699052.2020.1865566>
- Peirce, J., Gray, J. R., Simpson, S., MacAskill, M., Höchenberger, R., Sogo, H., Kastman, E., & Lindeløv, J. K. (2019). PsychoPy2: Experiments in behavior made easy. *Behavior Research Methods*, 51(1), 195–203. <https://doi.org/10.3758/s13428-018-01193-y>
- Polar Electro. (2023). *Polar H10 heart rate sensor*. <https://www.polar.com/es/sensors/h10-heart-rate-sensor>
- Shaffer, F., & Ginsberg, J. P. (2017). An overview of heart rate variability metrics and norms. *Frontiers in Public Health*, 5, 258. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00258>
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18(6), 643–662. <https://doi.org/10.1037/h0054651>
- Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. (1996). Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. *Circulation*, 93(5), 1043–1065. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.93.5.1043>
- Tarvainen, M. P., Niskanen, J. P., Lipponen, J. A., Ranta-Aho, P. O., & Karjalainen, P. A. (2014). Kubios HRV – Heart rate variability analysis software. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 113(1), 210–220. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2013.07.024>
- Billman, G. E. (2011). Heart rate variability – A historical perspective. *Frontiers in Physiology*, 2, 86. <https://doi.org/10.3389/fphys.2011.00086>

Laborde, S., Mosley, E., & Thayer, J. F. (2017). Heart rate variability and cardiac vagal tone in psychophysiological research – Recommendations for experiment planning, data analysis, and data reporting. *Frontiers in Psychology*, 8, 213.

<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00213>

Thayer, J. F., & Lane, R. D. (2000). A model of neurovisceral integration in emotion regulation and dysregulation. *Journal of Affective Disorders*, 61(3), 201–216.

[https://doi.org/10.1016/S0165-0327\(00\)00338-4](https://doi.org/10.1016/S0165-0327(00)00338-4)