



Universidad de Valparaíso
Escuela de Kinesiología
Facultad de Medicina

“Consecuencias en el tiempo de reacción simple y discriminativo relacionado a la obesidad y el sedentarismo en la población”

Tesis para optar al Grado de Licenciatura en Kinesiología

Anisia Chávez Rivera

Sebastián Cortés Narbona

Naomi Valencia Sánchez

Emilio Villablanca Olmos

Profesor Guía: Andrés Orellana Uribe

Viña del Mar, 2019



Universidad de Valparaíso
Escuela de Kinesiología
Facultad de Medicina

“Consecuencias en el tiempo de reacción simple y discriminativo relacionado a la obesidad y el sedentarismo en la población”

Tesis para optar al Grado de Licenciatura en Kinesiología

Anisia Chávez Rivera
Sebastián Cortés Narbona
Naomi Valencia Sánchez
Emilio Villablanca Olmos

Profesor Guía: Andrés Orellana Uribe

Viña del Mar, 2019

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los/as académicos/as Pía Vallejos, Juan Cristián Rojas y Angelo Bartsch por compartir su tiempo y conocimientos en las distintas áreas a las que se dedican para aportar a esta investigación y guiarnos en el proceso.

-Equipo de investigación

ÍNDICE

Agradecimientos	iv
Abreviaturas y/o siglas	viii
Abstract.....	x
Resumen	xi
 1. INTRODUCCIÓN	 1
 2. MARCO TEORICO	 5
2.1 Tiempo de Reacción	5
2.2 Sobrepeso y obesidad	9
2.3 Sedentarismo	13
2.4 Hipótesis.....	16
2.5 Objetivos	17
2.5.1Objetivo General.....	17
2.5.2Objetivos Específicos.....	17
 3. MARCO METODOLOGICO	 18
3.1 Materiales.....	18
3.1.1 Materiales generales.....	18
3.1.2 Materiales para evaluación de actividad física.....	18
3.1.3 Materiales para evaluación antropométrica	19
3.1.4 Materiales para evaluación de tiempo de reacción.....	19
3.2 Metodología	19
3.3 Criterios de inclusión y exclusión.....	22
3.4 Variables de estudio	23
 4. RESULTADOS	 24
4.1 Resultados del análisis estadístico	24
4.2 Tiempo de reacción simple	25
4.2.1 Estadística descriptiva tiempo de reacción simple	26
4.3 Tiempo de reacción discriminativo	27
4.3.1 Estadística descriptiva tiempo de reacción discriminativo ..	27

5. REFERENCIAS	29
6. GLOSARIO	33

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión	22
Tabla 2. Definición de las variables de estudio	23
Tabla 3. Resultados prueba de normalidad Shapiro Wilk	25
Tabla 4. Resultados prueba de esfericidad de Bartlett.....	25
Tabla 5. Medidas de tendencia central y dispersión del tiempo de reacción simple en los distintos grupos.....	26
Gráfico 1. Gráfico de cajas y bigote para tiempo de reacción simple entre grupos	26
Tabla 6. Medidas de tendencia central y dispersión del tiempo de reacción discriminativo en los distintos grupos.....	27
Gráfico 2. Gráfico de cajas y bigote para tiempo de reacción discriminativo entre grupos.....	28

ABREVIATURAS Y/O SIGLAS

AN: activo normopeso

AO: activo obeso

AS: activo sobrepeso

ATS: American Test System

cal: calorías

cm: centímetros

et. al: y otros

GPAQ: Cuestionario mundial de actividad física

IL: interleuquina

IMC: índice de masa corporal

IN: inactivo normopeso

IO: inactivo obeso

IS: inactivo sobrepeso

ms: milisegundos

n°: número

TR: tiempo de reacción

ABSTRACT

The following study pretends to determine the effects of sedentarism and obesity in simple and also discriminatory reaction time in different individuals to compare results between the study groups.

55 persons, Universidad de Valparaíso's students participate in this study, that met the criteria. They were divided into 6 groups: active-normoweight (AN), active-overweight (AO), active-obesity (AO), inactive-normoweight (IN), inactive-overweight (IO), inactive-obesity (IO). Participants were evaluated in corporal composition by anthropometry ISAK and BMI; physical activity level were measure by GPAQ questionnaire and reaction time by simple reaction time test and multiple reaction time test of American Test System (ATS) equipment.

Differences in simple and discriminatory reaction time between the groups were not significant.

Key words: sedentarism, obesity, reaction time.

RESUMEN

El siguiente estudio pretende determinar los efectos del sedentarismo y la obesidad en los tiempos de reacción simple y discriminativo de un individuo, y comparar los resultados obtenidos entre los grupos de estudio.

Participaron 55 estudiantes de la Universidad de Valparaíso que cumplieran con los criterios, los cuales fueron divididos en grupo activo-normopeso (AN), activo-sobrepeso (AS), activo-obesidad (AO), inactivo-normopeso (IN), inactivo-sobrepeso (IS) e inactivo-obesidad (IO). Los participantes fueron evaluados en composición corporal mediante antropometría ISAK e IMC; el nivel de actividad física se midió mediante el cuestionario GPAQ y el tiempo de reacción por medio del test de reacción simple y test de reacción múltiple del equipo American Test System (ATS).

Las diferencias de los tiempos de reacción simple y discriminativo entre los distintos grupos no fueron significativas.

Palabras claves: sedentarismo, obesidad, tiempo de reacción.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente a nivel mundial hay un crecimiento de la obesidad en la sociedad, la cual después de mucha controversia fue denominada como una enfermedad, reconocida como tal por asociaciones profesionales de salud de gran relevancia como la American College of Cardiology, American Medical Association, entre otras. También le destinaron diferentes definiciones, entre las que destacan “es un proceso de enfermedad caracterizado por una acumulación excesiva de grasa corporal con múltiples consecuencias específicas para cada órgano” de la Scottish Intercollegiate Guideline. Además, en los años 2010 y 2015 fue caracterizada como “enfermedad de obesidad”, por la declaración de Nagoya, causada por un estado patológico de obesidad que requiere intervención clínica (Bray, Kim, & Wilding, 2017).

En Chile, el sobrepeso está presente en un 39,8%, la obesidad en un 31,2% y la obesidad mórbida en un 3,2% de la población.

Estrechamente relacionado con la obesidad está el bajo nivel de actividad física de las personas lo que deriva en un comportamiento sedentario adquirido mediante factores como la urbanización y modernización de la sociedad, siendo el 86,7% del total nacional sedentario, es decir, sujetos que destinan menos de 90 minutos a la actividad física por semana (MINSAL, 2017).

El hecho de que gran parte de la población chilena sea sedentaria y presente un estado nutricional alterado como lo es la obesidad, puede provocar efectos negativos en la funcionalidad humana generando consecuencias que derivan en un deterioro sistémico, como por ejemplo la alteración del sistema nervioso, de la capacidad cognitiva de un individuo y su velocidad de conducción nerviosa, donde una de las primeras manifestaciones se identificaría a través del tiempo de respuesta sensoriomotriz a un estímulo ambiental cualquiera, para el cual normalmente debiese haber una respuesta motora específica inmediata y automática.

Es conocido que la obesidad produce inflamación (Izaola, de Luis, Sajoux, Caries Domingo & Vidal, 2015), y esta puede generar diversos problemas en un individuo; como un estado protrombótico (Samad & Ruf, 2013), diabetes (McPhee & Schertzer, 2015) e incluso aumentar el riesgo de padecer cáncer de

páncreas (Gukovsky, Li, Todoric, Gukovskaya & Karin, 2013) o de hígado (Sun & Karin, 2012). El estado proinflamatorio, que produce un aumento de citocinas circulantes en el cuerpo, es propuesto como una vía patogénica del deterioro cognitivo (Miller & Spencer, 2014), el cual puede llevar a trastornos como la demencia, problemas de plasticidad sináptica, neurodegeneración e incluso atrofia cerebral en patologías que presentan afecciones del sistema nervioso, como es el caso de la esclerosis múltiple. También se reconoce al equilibrio entre factores anti-inflamatorios y proinflamatorios, como un desencadenante o un factor protector del deterioro axonal (Frieze, Schattling, & Fugger, 2014). Este equilibrio es trascendente en el deterioro de la velocidad de conducción nerviosa (Di Iorio et al., 2006).

Investigaciones demuestran aumento del riesgo de caídas en personas con un aumento del tiempo en sus respuestas sensoriomotrices, es decir, mayores tiempos de reacción, señalando a este como un factor de riesgo importante en la generación de accidentes (Ejupi et al., 2016).

Entonces, ¿El estado nutricional y el nivel de actividad física repercuten en el tiempo de reacción? Para evaluar objetivamente esta relación se realiza un estudio en las dependencias de la Universidad de Valparaíso durante el año

2019 que busca comparar los tiempos de reacción de grupos de personas con distintos estados nutricionales y niveles de actividad física.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Tiempo de reacción

El tiempo de reacción (TR) se define como el período de latencia requerido desde la presentación de un estímulo instructivo, hasta la ejecución de un movimiento rápido correspondiente a la instrucción (Pourazar, Mirakhoori, & Hemayattalab, 2017). Otros autores lo definen como el proceso iniciado por el estímulo que se completa con la respuesta requerida (Noorani & Carpenter, 2016).

El TR es un índice indirecto de la capacidad de procesamiento del sistema nervioso central que a la vez determina el rendimiento sensoriomotor (Ngo, Loh, Choo, Vellasamy & Anparasan, 2015).

Se describen distintos tipos de TR, como el TR simple donde solo hay un estímulo y una respuesta (Ngo et al., 2015), TR de reconocimiento de imágenes,

palabras, sonidos, entre otros (Rudell & Hu, 2011), TR de elección o discriminativo donde se toma una decisión y no la otra (Anna & Rosina, 2015), y TR en serie donde se aprende una secuencia motora repetitiva sin ser consciente del patrón (Ambrus et al., 2016).

Hay variedad en series de máquinas y formas de medir el TR, tanto como la capacidad de entregar distintos estímulos para los diferentes órganos sensoriales. Uno de los principales medios que tiene relación con la cuantificación del TR es la visión, la cual, por medio de la vía del colículo superior activa el movimiento ocular para mirar el estímulo, el tiempo que tardan en activarse estos grupos neuronales es de aproximadamente 60 ms, pero para poder determinar qué mirar, el procesamiento debe ser cortical, lo que suma más milisegundos a esta respuesta, además el estímulo aferente incluye la activación de los fotorreceptores, los retrasos sinápticos y la conducción nerviosa (Noorani & Carpenter, 2016). También existen las mediciones mediante estímulos auditivos en un ambiente silencioso, que consiste en aplicar un estímulo sonoro a través de auriculares, con la instrucción previa de que tan pronto el sujeto escuche el sonido presione un botón. Así, es posible medir el intervalo de tiempo entre que se emite el estímulo sonoro y el cumplimiento de la tarea (Patel, Mehta & Patel, 2018).

Está confirmado que la reacción al sonido es más rápida que la reacción a un estímulo visual, con un promedio de 140-160 ms y de 180-200 ms, respectivamente (Kosinski, 2013), por eso hay variabilidad intrapersonal entre TR y las diferentes formas de medirlo. Por otro lado, si el estímulo requiere un tiempo de reacción discriminativo, es decir, cuando el estímulo principal es más complejo como ruido o están distribuidos en el espacio, se suma el tiempo para identificarlos, luego se envía la señal eferente para tener una respuesta motora mediante la activación muscular y responder al estímulo (Noorani & Carpenter, 2015).

Los resultados de las formas de medir TR pueden cambiar por diversos factores, como dar la instrucción de que responda lo más rápido posible intentando no cometer errores, o que responda ocupando el tiempo que considere necesario siendo cuidadoso de no cometer errores. Asimismo, mientras mayor duración tenga el estímulo, el TR es más rápido. El estado de atención, incluyendo la tensión muscular también afectan el TR, ya que este es más rápido con un nivel intermedio de activación y se deteriora cuando el sujeto está muy relajado o muy tenso (Noorani & Carpenter, 2016). Por otro lado, está demostrado que el ejercicio físico mejora el TR al aumentar la excitación

(Davranche, Audiffren, & Hasbroucq, 2006). Igualmente, la edad y sexo son influyentes en el TR, siendo este más rápido en personas sanas entre los 20 y 60 años, y el sexo masculino es más rápido que el femenino. Las personas zurdas también tienen ventaja en el TR en comparación a las diestras.

Además, al practicar con un método de medición se puede evidenciar mejora en los tiempos, ya que, al equivocarse en el primer intento, al siguiente serán más cautelosos en responder al estímulo posterior (Kosinski, 2013).

Existen factores intrínsecos de cada sujeto que afectan el TR, aquí entramos en el ámbito de la malnutrición por exceso, es decir, obesidad, ya que en esta condición se producen anomalías axonales y mielínicas, como disminución de la velocidad de conducción nerviosa por una transmisión axonal interrumpida, degeneración axonal, neuropatía de las pequeñas fibras y alteración de la capacidad de inhibición del nervio (Miscio et al., 2005; Callaghan & Feldman, 2013), lo que aumentaría el tiempo de reacción de los individuos obesos en comparación con individuos normopeso, demostrado en una prueba de tiempo de reacción discriminativo mediante un estímulo visual, que dictaba la instrucción de presionar una tecla cuando apareciera el estímulo visual obedeciendo al color y no a la palabra y se midió en tiempo en

milisegundos, donde la diferencia entre medias era de 38 milisegundos, mostrando un mayor tiempo de reacción en individuos obesos (Hume, Howells, Rauch, Kroff & Lambert, 2015).

2.2 Sobrepeso y obesidad

El sobrepeso está caracterizado y definido por las grandes acumulaciones de tejido adiposo en el cuerpo, producido y mantenido por una retroalimentación neuroendocrina que es asociada a la sobrealimentación patológica, donde también influye la inactividad física y los hábitos sedentarios (Oussaada et al., 2019; Park, 2019). El exceso de este tejido, y por lo tanto la obesidad, se genera por un desbalance entre la ingesta y la utilización de calorías como sustrato energético, esto produce en el cuerpo una liberación de factores que promueven la hiperplasia y la hipertrofia de los adipocitos (O'Brien, Hinder, Callaghan & Feldman, 2017; Parto & Lavie, 2017; Scheideler, 2016).

En el año 2013 se estimaba que la obesidad afectaba a cerca de 300 millones de personas en el mundo (González Jiménez, 2013). Mientras el Ministerio de Salud de Chile en 2017 estima un 34,4% de la población chilena con índices de obesidad y un 39,8% con sobrepeso (MINSAL, 2017).

Para el diagnóstico de la obesidad se utiliza el índice de masa corporal (IMC), mediante una fórmula que incluye la talla (m) y la masa (kg) del sujeto a evaluar, dando como valores un índice que está expresado en kg/m^2 . Los parámetros están divididos en bajo peso ($\text{IMC} < 18.5 \text{ kg/m}^2$), normopeso ($\text{IMC} 18.5\text{-}24.9 \text{ kg/m}^2$), sobrepeso ($\text{IMC} 25.0\text{-}29.9 \text{ kg/m}^2$), obesidad tipo I ($\text{IMC} 30.0\text{-}34.9 \text{ kg/m}^2$), obesidad tipo II ($\text{IMC} 35.0\text{-}39.9 \text{ kg/m}^2$) y obesidad tipo III ($\text{IMC} \geq 40 \text{ kg/m}^2$) (Parto & Lavie, 2017; Pietrobelli et al., 1998).

La enfermedad de obesidad y el estado proinflamatorio constante producido por esta, tiene consecuencia en el organismo en general, donde se presentan trastornos cardiovasculares, respiratorios, gastrointestinales, hepáticos, urológicos, neurológicos, entre otros (Atay & Bereket, 2016; Park, 2019). Entre los trastornos neurológicos producidos por el IMC alto se encuentran déficit atencional, deficiencia en las funciones ejecutivas, disminución en la capacidad de toma de decisiones, disminución del lenguaje verbal y menor capacidad de memoria (O'Brien et al., 2017). El estado proinflamatorio produce un aumento de citocinas circulantes en el cuerpo, lo que es propuesto como una vía patogénica del deterioro cognitivo (Miller & Spencer, 2014), llevando incluso a trastornos como la demencia. Todo lo

anterior se relaciona con funciones que son reguladas por el sistema nervioso central.

En cuanto al sistema nervioso periférico, se generan problemas como las polineuropatías o lesiones específicas de nervios (O'Brien et al., 2017; Park, 2019; Seror & Seror, 2013). Hay resultados que demuestran que las probabilidades de sufrir lesiones en el nervio mediano aumentan a medida que aumenta el IMC, siendo verdaderamente significativa en personas menores de 60 años (Seror & Seror, 2013). Estudios infieren que las polineuropatías sensitivas asociadas a diabetes mellitus II no son en su totalidad generadas por esta enfermedad, sino que también influyen otros aspectos del síndrome metabólico como la obesidad (O'Brien et al., 2017). También se postula que la inflamación persistente puede generar problemas de plasticidad sináptica, neurodegeneración e incluso atrofia cerebral. En enfermedades que presentan neurodegeneración o disfunción axonal, como es el caso de la esclerosis múltiple, se reconoce al equilibrio entre factores antiinflamatorios y proinflamatorios, como un desencadenante o un factor protector de dicho deterioro axonal (Friese, Schattling & Fugger, 2014). Hay correlación negativa entre la presencia de interleuquinas (IL) proinflamatorias y la velocidad de conducción nerviosa medida en nervios periféricos y también, una correlación positiva en la relación entre IL-6 y la velocidad de conducción nerviosa (Allison

et al., 2014), lo que nos deja a inferir que la velocidad de conducción nerviosa, y por lo tanto la velocidad de las respuestas se ve afectada con la inflamación sistémica, la que puede ser generada por la misma obesidad y su estado pro inflamatorio. El equilibrio entre factores inflamatorios y antiinflamatorios es sustancial en la disminución de la velocidad de conducción nerviosa. (Di Iorio et al., 2006).

Todo lo anterior se asocia directamente con la probabilidad de responder de manera eficiente ante estímulos entre los que sea necesaria la discriminación y la elección entre estos.

2.3 Sedentarismo

El sedentarismo se define como una conducta con nivel de actividad física insuficiente, esto es cualquier comportamiento caracterizado por un gasto energético menor a 1,5 METs diarios (Martínez et al., 2018). La conducta sedentaria implica comportamientos de individuos que durante su tiempo libre gastan menos del 10% de su energía total en actividad física diariamente, esto significa alrededor de 150 cal, que pueden consumirse caminando alrededor de 30 minutos, durante 3 o más días a la semana (Romero, 2009).

Para determinar si un individuo tiene una conducta sedentaria o no, se evalúan los niveles de actividad física y una forma de determinar esto, es mediante el “Global Physical Activity Questionnaire”, en donde se reporta el tiempo total destinado a actividades que involucren un gasto de energía durante actividades laborales, traslado y ocio, teniendo como medidas para caracterizar a un sujeto como activo físicamente: 150 minutos de actividad física moderada o 75 minutos de actividad física vigorosa (World Health Organization, 2010).

El sedentarismo es uno de los principales factores de riesgo para la aparición de comorbilidad, tales como el síndrome metabólico y algunas enfermedades cardiovasculares, por lo que influye directamente en la mortalidad de la población mundial. Estas patologías tienen como consecuencia una disminución de la capacidad funcional de las personas que no realizan ejercicio físico de forma regular y se puede expresar una relación inversamente proporcional entre nivel de actividad física y mortalidad de un sujeto (Lí, 2010).

A nivel mundial, se estima que entre 55% y 70% de las actividades que se realizan diariamente son de tipo sedentarias. En Chile la situación no es diferente, ya que la población ha experimentado cambios importantes en sus estilos de vida durante los últimos treinta años y los hábitos saludables de la población chilena como la buena alimentación, la práctica regular de actividad física y la prevención en salud, se han deteriorado cada vez más en los individuos (Martínez et al., 2018). En la última encuesta de salud realizada en el país, se describe que un 86,7% del total de los individuos en Chile son sedentarios, ya que realizan actividad física menos de tres veces por semana por al menos treinta minutos (mínimo noventa minutos por semana). Según sexo, dentro del porcentaje total nacional se presenta en un 83,3% del total de los hombres y 90% del total de las mujeres (MINSAL, 2017). Además, un 35,9%

de la población destina más de cuatro horas al día a estar sentado, incrementando notoriamente las posibilidades de generar patologías no transmisibles y/o cardiovasculares como lo son la hipertensión arterial, diabetes mellitus, obesidad y muchas más (Torres et al., 2016; Varela-Moreiras, 2013).

Existen muchos factores que, en general, predisponen a la población a tener conductas más sedentarias, entre ellos podemos encontrar un nivel socioeconómico bajo, bajo nivel de actividad física en los establecimientos educacionales o lugares de trabajo, poca seguridad en los sectores en donde viven debido a elevada sensación de peligro, bajo nivel educacional y poca autopercepción de salud, uso de transportes motorizados para traslados, enfermedades asociadas que imposibiliten el ejercicio físico, hábito tabáquico, entre otros (Martínez et al., 2018). Todos estos factores se encuentran en mayor medida en países de ingresos bajos y medios, y se concentran en las comunidades más pobres (Romero, 2009), por lo que claramente el sedentarismo se presenta con un tema de desigualdad económica y social. Asociado a la ausencia de políticas sociales en Chile que ayuden a disminuir los factores de riesgo y promuevan un estilo de vida saludable, en donde se informe a la población, de manera que se aborden integralmente los aspectos de un individuo y su entorno.

No intervenir a tiempo en la población general, desde la infancia, promueve sujetos adultos con un nocivo estado general de salud, ya que se ha demostrado que la inactividad física genera consecuencias tempranas y tardías como la disminución progresiva de la fuerza, del tamaño muscular, menor capacidad del sistema músculo-esquelético para lograr oxidar carbohidratos y lípidos, aumento de la resistencia a la insulina, menor vasodilatación periférica, menor rendimiento cardíaco y sarcopenia (Torres et al., 2016). Además, como se mencionó anteriormente, hay riesgos importantes de generar diversas patologías como la obesidad, que se abarca más profundamente en este estudio y con ello, un daño a nivel sistémico que interfiere con el correcto funcionamiento del sistema nervioso central.

2.4 Hipótesis

- La obesidad y el sedentarismo son factores de riesgo en el aumento del tiempo de reacción tanto simple como discriminativo de un individuo.

2.5 Objetivos

2.5.1 Objetivo General

- Determinar los efectos del sedentarismo y la obesidad en los tiempos de reacción simple y discriminativo de un individuo.

2.5.2 Objetivos Específicos

- Medir nivel de actividad física en los participantes del estudio.
- Medir estado nutricional y composición corporal en los participantes del estudio.
- Medir los tiempos de reacción simple y discriminativo de cada individuo en los grupos de estudio.
- Comparar los resultados obtenidos entre los grupos de estudio.

3. MARCO METODOLOGICO

3.1 Materiales

3.1.1 Materiales generales

Biombo

2 notebook

Laboratorio equipado con sillas y mesas

100 consentimientos informados

3.1.2 Materiales para evaluación de actividad física

100 pautas de cuestionario mundial sobre la actividad física GPAQ

3.1.3 Materiales para evaluación antropométrica

Balanza mecánica con estadímetro marca DETECTO modelo 2392.

Kit antropométrico marca ROSSCRAFT.

3.1.4 materiales para evaluación de tiempo de reacción

American Test System marca PETRINOVIC.

3.2 Metodología

El estudio es de tipo comparativo, descriptivo y transversal. En el que se realiza un análisis estadístico de tipo factorial de dos factores, 2x3, magnitud del efecto $\omega^2 = 0.14$, error tipo I $\alpha = 0.05$ y error tipo II $\beta = 0.20$, potencia $(1-\beta)$ de 0.80, lo que estima que por cada grupo debe haber 11 personas (6 grupos) (Morales, 2012), esto entrega un tamaño necesario de la muestra de 66 personas. La población en estudio son alumnos regulares de la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso, se busca medir un número proporcional de alumnos regulares de cada carrera perteneciente a la facultad, esto con el fin de

mantener la representatividad del estudio. Se realiza difusión de la información en la universidad para la convocatoria. Las características de la muestra deben ser de masa normopeso, sobrepeso u obeso y nivel de actividad física activo o inactivo. Esto se mide mediante evaluaciones de composición corporal y estado nutricional con antropometría ISAK e IMC bajo la supervisión de la Kinesióloga Carolina Pía Vallejos Reyes, Mg., quien posee certificación SATA ISAK nivel 1. Las mediciones de composición corporal y estado nutricional se realizan con Kit Antropométrico Rosscraft, por otro lado, el nivel de actividad física en los individuos se determina mediante Cuestionario mundial sobre actividad física (GPAQ).

La medición de tiempos de reacción simple y discriminativo de los individuos se realizó con los Test de reacción simple y Test de reacciones múltiples del equipo American Test System (ATS). El test de reacción simple consiste en la emisión de un estímulo visual simulando el acto de conducir, que ordena “acelerar” presionando el pedal derecho mientras aparece una luz verde y luego “frenar” presionando el pedal izquierdo inmediatamente cuando aparece la luz roja. El test de reacciones múltiples dictaba realizar 5 acciones diferentes respondiendo a imágenes y/o sonidos ocupando volante y pedales izquierdo o derecho, en el menor tiempo posible, seleccionando solo los aciertos para la medición de la media del TR.

Para llevar a cabo el estudio bajo términos ético-morales se envían previamente los anexos n° 20 y n° 21 al Comité de bioética de la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso explicando los procedimientos que serán aplicados a cada participante para que esté en su conocimiento que no habrá daños a estos, sus datos no serán divulgados y se trabajará con los resultados de manera anónima. Además, cada estudiante que participó en la investigación firmó un documento de consentimiento informado, el cual presentaba detallados los procedimientos que se ejecutarían.

La convocatoria de los participantes se realizó mediante entrega de folletos informativos acerca del estudio, entregados en salas de clases, explicando igualmente de forma verbal la información del estudio. También se colocaron en lugares estratégicos donde circula una gran cantidad de alumnos de la universidad, dejando una forma de contacto para los interesados mediante correo electrónico y teléfono. En estos folletos estaba el correo de los alumnos encargados del estudio, para poder citar a los interesados al laboratorio en donde se realizaban las mediciones en la universidad y verificar si cumplían con los criterios de inclusión a través de estas, asignarlos a un grupo y aplicar los test de tiempo de reacción.

3.3 Criterios de inclusión y exclusión

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Rango etario 18-55 años	Lesión incapacitante o limitante para realizar la prueba
Consentimiento informado firmado	Consumo de drogas ilícitas y alcohol las últimas 48 hrs.
Normopeso	Deportistas
Sobrepeso	Consumo de antipsicóticos y/o antidepresivos
Obeso (tipo I, II y III)	

3.4 Variables de estudio

Tabla 2. Definición de las variables de estudio

Variable	Tipo de variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores
Actividad física*	Independiente	Movimiento corporal que exige un gasto de energía	Medido con el cuestionario mundial de la actividad física GPAQ	Activo: >150 minutos a la semana de actividad moderada o >75 de actividad intensa.
Composición corporal**	Independiente	Cuantificación in vivo de los componentes corporales	Medido con IMC, y protocolo ISAK.	IMC (18.5 kg/m ²): <20 bajopeso 20-24.9 normopeso 25-29.9 sobrepeso 30-34.9 obesidad I 35.-39.9 obesidad II >40 obesidad III
Tiempo de reacción***	Dependiente	Tiempo desde la presentación de un estímulo instructivo, hasta la ejecución de un movimiento rápido correspondiente a la instrucción	Test de tiempo de reacción	-

*(Parto & Lavie, 2017; Pietrobelli et al., 1998), **(World Health Organization, 2010).

*** (Pourazar, Mirakhori, & Hemayattalab, 2017).

4. RESULTADOS

Acuden 57 sujetos (sexo femenino y masculino) en total de forma voluntaria, 2 no se toman en cuenta por no cumplir criterios de inclusión, por lo que se forman 6 grupos; activo-normopeso (AN, n=23), activo-sobrepeso (AS, n=14), activo-obesidad (AO, n=7), inactivo-normopeso (IN, n=6), inactivo-sobrepeso (IS, n=4), inactivo-obesidad (IO, n=1), con 55 personas en total. el grupo IO se excluye del análisis estadístico al no contar con un n suficiente.

4.1 Resultados del análisis estadístico

Se utilizó el programa R Studio para el análisis estadístico, en el que se ejecutaron pruebas de normalidad y de homocedasticidad (Shapiro Wilk y Esfericidad de Bartlett), para optar al camino no paramétrico en ambos tiempos medidos, ya que al menos un grupo de los formados no presenta distribución normal y las mediciones no cumplen con el principio de homocedasticidad

(tabla 3 y 4). Finalmente se realizó una prueba comparativa entre los grupos (Kruskal Wallis).

Tabla 3. Resultados prueba de normalidad Shapiro Wilk

Grupo	AN	AO	AS	IN	IS
Tiempo simple (p-valor)	0.3942	0.4281	0.006953*	0.5551	0.9719
Tiempo discriminativo (p-valor)	0.0318*	0.9528	0.9677	0.9323	0.4141

*Distribución no normal

Tabla 4. Resultados prueba de esfericidad de Bartlett

Tiempo simple (p-valor)	0.02274*
Tiempo discriminativo (p-valor)	0.457

*Variable no homocedástica

4.2 Tiempo de reacción simple

Los tiempos de reacción simple medidos con ATS no tienen diferencias significativas (p-valor = 0.7895) en la comparativa de grupos respecto del estado nutricional y nivel de actividad física de los sujetos en evaluación.

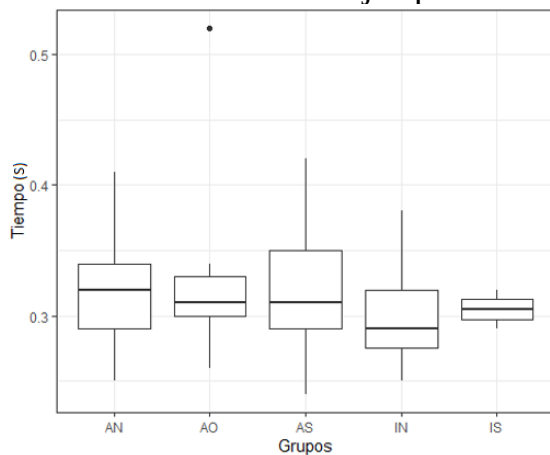
4.2.1 Estadística descriptiva tiempo de reacción simple

En cuanto a la estadística descriptiva los valores de las medias del tiempo de reacción simple (tabla 5) son bastante cercanos entre grupos, incluso entre grupos con distinta cantidad de sujetos. Esto junto con la mínima diferencia entre varianzas y desviaciones estándar se expresa en las gráficas (grafico 1).

Tabla 5. Medidas de tendencia central y dispersión del tiempo de reacción simple en los distintos grupos

Grupo	AN	AO	AS	IN	IS
Media (s)	0,3196	0,3357	0,3236	0,3017	0,3050
Desviación Estándar (s)	0,04084	0,08482	0,05638	0,04665	0,01291
Varianza (s)	0,002	0,007	0,003	0,002	0,000

Gráfico 1. Grafico de cajas para tiempo de reacción simple entre grupos



4.3 Tiempo de reacción discriminativo

No existe diferencia significativa ($p\text{-valor} = 0.0318$) entre los tiempos de reacción discriminativos medidos con ATS. Para la comparativa entre grupos respecto del estado nutricional y nivel de actividad física de los individuos evaluados.

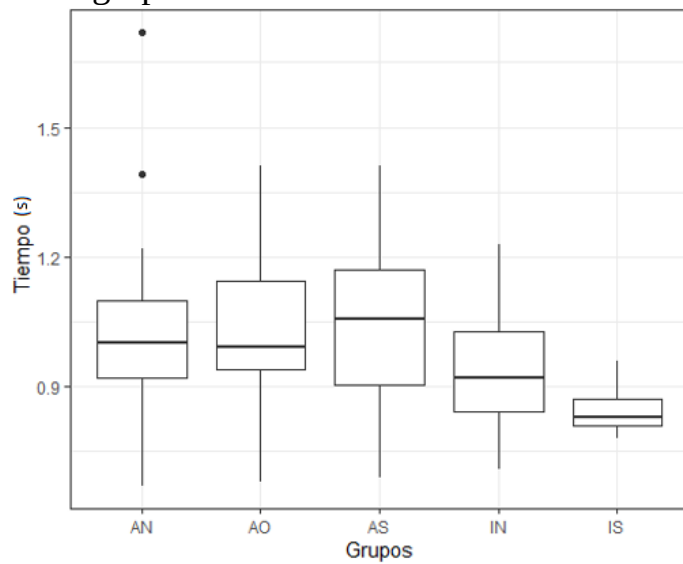
4.3.1 Estadística descriptiva tiempo de reacción discriminativo

Al igual que en el tiempo de reacción simple la estadística descriptiva presenta valores de las medias (tabla 6) bastante cercanos entre los grupos. Por lo que los grupos presentan gráficas parecidas (gráfico 2).

Tabla 6. Medidas de tendencia central y dispersión del tiempo de reacción discriminativo en los distintos grupos

Grupo	AN	AO	AS	IN	IS
Media (s)	1,0326	1,0357	1,0436	0,9433	0,8500
Desviación Estándar (s)	0,21926	0,22926	0,19097	0,18261	0,07746
Varianza (s)	0,048	0,053	0,036	0,033	0,006

Gráfico 2. Gráfico de cajas y bigote para tiempo de reacción discriminativo entre grupos



5. REFERENCIAS

- Allison, D. J., Green, L. A., Gabriel, D. A., Roy, B. D., Inglis, J. G., & Ditor, D. S. (2014). Elevated concentrations of circulating cytokines and correlations with nerve conduction velocity in human peripheral nerves. *Journal of Neuroimmunology*, 277(1–2), 134–139. <https://doi.org/10.1016/j.jneuroim.2014.09.010>
- Ambrus, G. G., Chaieb, L., Stilling, R., Rothkegel, H., Antal, A., & Paulus, W. (2016). Monitoring transcranial direct current stimulation induced changes in cortical excitability during the serial reaction time task. *Neuroscience Letters*, (January). <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2016.01.039>
- Anna, F. S., & Rosina, M. (2015). *Indirect Measurement of Sexual Orientation: Comparison of the Implicit Relational Assessment Procedure, Viewing Time, and Choice Reaction Time Tasks*. <https://doi.org/10.1007/s10508-014-0473-1>
- Bray, G. A., Kim, K. K., & Wilding, J. P. H. (2017). Obesity: a chronic relapsing progressive disease process. A position statement of the World Obesity Federation. *Obesity Reviews*, 18(7), 715–723. <https://doi.org/10.1111/obr.12551>
- Callaghan, B., & Feldman, E. (2013). *The Metabolic Syndrome and Neuropathy: Therapeutic Challenges and Opportunities*. 397–403. <https://doi.org/10.1002/ana.23986>
- Davranche, K., Audiffren, M., & Hasbroucq, T. (2006). *Physical exercise facilitates motor processes in simple reaction time performance: An electromyographic analysis*. 396, 54–56. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2005.11.008>

Di Iorio, A., Cherubini, A., Volpato, S., Sparvieri, E., Lauretani, F., Franceschi, C., ... Ferrucci, L. (2006). Markers of inflammation, Vitamin E and peripheral nervous system function. *Neurobiology of Aging*, 27(9), 1280–1288. <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2005.07.004>

Friese, M. A., Schattling, B., & Fugger, L. (2014). Mechanisms of neurodegeneration and axonal dysfunction in multiple sclerosis. *Nature Reviews Neurology*, 10(4), 225–238. <https://doi.org/10.1038/nrneurol.2014.37>

Gukovsky, I., Li, N., Todoric, J., Gukovskaya, A., & Karin, M. (2013). Inflammation, autophagy, and obesity: Common features in the pathogenesis of pancreatitis and pancreatic cancer. *Gastroenterology*, 144(6), 1199–1209. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2013.02.007>

Hume, D. J., Howells, F. M., Rauch, H. G. L., Kroff, J., & Lambert, E. V. (2015). Electrophysiological indices of visual food cue-reactivity. Differences in obese, overweight and normal weight women. *Appetite*, 85, 126–137. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2014.11.012>

Izaola, O., de Luis, D., Sajoux, I., Caries Domingo, J., & Vidal, M. (2015). Inflammation and Obesity (Lipoinflammation). *Nutricion Hospitalaria*, 31(6), 2352–2358. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.31.6.8829>

Kosinski, R. J. (2013). *A Literature Review on Reaction Time*. (September).

Lí, F. C. Á. (2010). Sedentarismo y actividad física. *Revista Finlay*, 10 (0), 55–60. Retrieved from <http://www.revfinlay.sld.cu/index.php/finlay/article/view/10>

Martínez, M. A., Leiva, A. M., Petermann, F., Garrido, A., Díaz, X., Álvarez, C., ... Celis, C. (2018). Factores asociados a sedentarismo en Chile: evidencia de la Encuesta Nacional de Salud 2009-2010. *Revista Médica de Chile*, 146(1), 22–31. <https://doi.org/10.4067/s0034-98872018000100022>

McPhee, J. B., & Schertzer, J. D. (2015). Immunometabolism of obesity and diabetes: microbiota link compartmentalized immunity in the gut to metabolic tissue inflammation. *Clinical Science*, 129(12), 1083–1096. <https://doi.org/10.1042/cs20150431>

Miller, A. A., & Spencer, S. J. (2014). Obesity and neuroinflammation: A pathway to cognitive impairment. *Brain, Behavior, and Immunity*, 42, 10–21. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2014.04.001>

Ministerio de Salud. Encuesta Nacional de Salud 2016–2017: Primeros resultados. Santiago, Chile: Ministerio de Salud de Chile; 2017.

Miscio, G., Guastamacchia, G., Brunani, A., Priano, L., Baudo, S., & Mauro, A. (2005). *Obesity and peripheral neuropathy risk: a dangerous liaison*. 358, 354–358.

Morales, P. (2012). Estadística aplicada a las Ciencias Sociales. Tamaño necesario de la muestra: ¿Cuántos sujetos necesitamos? *Universidad Pontificia Comillas. [en línea] Madrid. Facultad de Humanidades Madrid, España*.

Ngo, C., Loh, H., Choo, G., Vellasamy, R., & Anparasan, M. (2015). Influence of Body Mass Index on Visual Reaction Time: A Cross-sectional Analytical Study. *British Journal of Medicine and Medical Research*, 10(3), 1–8. <https://doi.org/10.9734/BJMMR/2015/19194>

Noorani, I., & Carpenter, R. H. S. (2015). *Ultrafast initiation of a neural race by impending errors*. 19, 4471–4484. <https://doi.org/10.1113/JP270842>

Noorani, I., & Carpenter, R. H. S. (2016). The LATER model of reaction time and decision. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.02.018>

Patel, T. S., Mehta, A. S., & Patel, N. (2018). *Comparative study of simple auditory reaction time between congenitally total blind people and normally sighted controls*. 8(12), 1697–1700. <https://doi.org/10.5455/njppp.2018.8.1032402112018>

Pietrobelli, A., Faith, M. S., Allison, D. B., Gallagher, D., Chiumello, G., & Heymsfield, S. B. (1998). Body mass index as a measure of adiposity among children and adolescents: A validation study. *The Journal of Pediatrics*, 132(2), 204–210. [https://doi.org/10.1016/S0022-3476\(98\)70433-0](https://doi.org/10.1016/S0022-3476(98)70433-0)

Pourazar, M., Mirakhori, F., & Hemayattalab, R. (2017). Use of virtual reality intervention to improve reaction time in children with cerebral palsy: A randomized controlled trial. *Developmental Neurorehabilitation*, 00(00), 1–6. <https://doi.org/10.1080/17518423.2017.1368730>

Romero, T. (2009). Hacia una definición de Sedentarismo. *Revista Chilena de Cardiología*, 28, 409–413. Retrieved from <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchcardiol/v28n4/art14.pdf>

Rudell, A. P., & Hu, B. (2011). *the Recognition Potential*. 76(3), 158–168. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2010.03.006>.Effects

Samad, F., & Ruf, W. (2013). Inflammation, obesity, and thrombosis. *Blood*, 122(20), 3415–3422. <https://doi.org/10.1182/blood-2013-05-427708>

Sun, B., & Karin, M. (2012). Obesity, inflammation, and liver cancer. *Journal of Hepatology*, 56(3), 704–713. <https://doi.org/10.1016/j.jhep.2011.09.020>

Varela-Moreiras, G. (2013). Obesity and sedentarism in the 21 st century: what can be done and what must be done? *Nutrición Hospitalaria: Organo Oficial de La Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral - Nutr Hosp*, 28, 1–12. <https://doi.org/10.3305/nh.2013.28.sup5.6869>

World Health Organization. (2010). Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud.

6. GLOSARIO

Adipocitos: células que se encuentran sobre todo en parte del tejido adiposo.

Antropometría: Estudio de las proporciones y las medidas del cuerpo humano.

Atrofia: Disminución del volumen o tamaño de un órgano o de un tejido orgánico debido a causas fisiológicas o patológicas.

Citocinas: Son un grupo de proteínas de bajo peso molecular que actúan mediando interacciones complejas entre células de linfoides, células inflamatorias y células hematopoyéticas.

Colículo superior: techo óptico o tectum, estructura que se ubica en el mesencéfalo, está recibe impulsos nerviosos visuales y activan movimientos oculares.

Esclerosis múltiple: Enfermedad progresiva del sistema nervioso central que provoca lesiones múltiples en la mielina que recubre los axones de las neuronas y constituye la sustancia blanca, en forma de placas diseminadas.

Estado proinflamatorio: se caracteriza por un elevado número de citoquinas inflamatorias en el plasma.

Estado protrombótico: Toda situación en la que existe la posibilidad de desencadenar, mediante la acción de diversos factores, la formación de un coágulo en circunstancias anómalas o inapropiadas.

Fotorreceptores: neuronas especializadas sensibles a la luz, localizadas en la retina externa de los vertebrados.

Funciones ejecutivas: conjunto de capacidades cognitivas que permiten asociar ideas, movimientos y acciones para llevar a cabo una tarea.

Hiperplasia: Aumento anormal de tamaño que sufre un órgano o un tejido orgánico debido al incremento del número de células normales que lo forman

Hipertrofia: Crecimiento excesivo y anormal de un órgano o de una parte de él debido a un aumento del tamaño de sus células.

Interleuquina: es un tipo de citocina sintetizada por los leucocitos.

Mets: unidad de medida del índice metabólico, se define como la cantidad de calor emitido por una persona en posición sedente por metro cuadrado de piel.

Neurodegeneración: Tipo de enfermedad en que las células del sistema nervioso central dejan de funcionar o mueren.

Neuroendocrina: Se refiere a ciertas células que envían hormonas a la sangre en respuesta a la estimulación del sistema nervioso.

Obesidad mórbida: clasificación en que el índice de masa corporal (IMC) es mayor a 39.

Polineuropatía: trastorno difuso de los nervios periféricos que afectan nervios sensitivos y motores.

Respuesta aferente: impulso nervioso que va desde los órganos receptores hasta el sistema nervioso central.

Respuesta eferente: impulso nervioso que va desde el sistema nervioso central hasta los órganos receptores.

Retraso sináptico: el tiempo que se requiere para que una membrana presináptica libere un neurotransmisor, se difunda por la hendidura sináptica, y se una a un receptor ubicado en la membrana postsináptica.

Síndrome metabólico: conjunto de factores de riesgo que se asocian a un riesgo aumentado de padecer diabetes tipo II y enfermedad cardiovascular. Los

factores de riesgo son obesidad abdominal o visceral, hipertensión arterial, hipertrigliceridemia, colesterol HDL bajo e hiperglicemia.