

## Impacto en la Condición Física en Niños de Edad Escolar Expuestos a una Intervención de “Exergaming” en Montemorelos Nvo. León

A. Guillen-Peralta<sup>1</sup>, G. Romo-Cárdenas<sup>1</sup>, G. Avilés-Rodríguez<sup>2</sup> R. Rodríguez-Antonio<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería y Tecnología, Universidad de Montemorelos, Montemorelos México

<sup>2</sup>Hospital “La Carlota”, Universidad de Montemorelos, Montemorelos México

**Resumen** La situación epidemiológica del sobrepeso y obesidad en México ha sido ampliamente documentada y analizada. Para el tratamiento de este fenómeno multifactorial se han propuesto estrategias enfocadas en la promoción y educación para la salud del público meta, buscando a mediano y largo plazo la desaceleración, y eventual reducción, de ésta epidemia. La población infantil está particularmente en alto riesgo, con las consecuencias que esto puede traer durante la vida útil del individuo.

Considerando las características sociológicas de la población escolar (6-12 años), el nicho tecnológico en el que se encuentran y su tendencia a las interacciones virtuales, se plantea una intervención donde se utilizan videojuegos para la promoción de actividad física, además de la evaluación inicial del impacto a través de mediciones estandarizadas de antropometría y rendimiento físico.

**Palabras clave** – Actividad física, Sistemas ciberfísicos, Sobrepeso y obesidad, Intervención de estilo de vida, Comparaciones pareadas.

### I. INTRODUCCIÓN

Desde hace décadas se reconoce al sobrepeso y obesidad como un problema de salud pública muy relevante [1-3], especialmente como una enfermedad que genera un ambiente metabólico propicio para el desarrollo de otras patologías crónico degenerativas [4, 5], que han sido reportadas dentro de las causas más comunes de morbilidad en México [6]. La población infantil ha sido afectada significativamente por ésta realidad, al punto que hoy en México el 34.4% de la población de 5 a 12 años presenta cierto grado de sobrepeso u obesidad. [6].

Está ampliamente estudiado que el sobrepeso y obesidad son de origen multifactorial [7]. Algunas de las causas mencionadas son los hábitos de alimentación, un estilo de vida sedentario generado por patrones socioculturales, la accesibilidad de alimentos, entre otros.

En el presente estudio se plantea una estrategia que toma en cuenta el componente social de la obesidad, así como las características propias de la población infantil,

vista como un grupo de edad que es nativa a la tecnología y tiende a definirse en este contexto [8, 9], buscando combinar su familiaridad y gusto por los videojuegos.

Esta tendencia se puede utilizar en aplicaciones tecnológicas dirigidas a los periodos de ocio, para generar un cambio positivo en la activación física de los niños. Recientemente se ha generado una iniciativa de utilizar plataformas de video juegos para fomentar actividad física en los niños (*Exergaming*), de manera que se promueva un estilo de vida saludable desde esta edad. [10]

En este estudio se plantea la utilización de herramientas virtuales para la facilitación de realización de actividad física por población infantil, y la medición del impacto de una intervención corta en mediciones de antropometría y rendimiento físico evaluados por métodos estandarizados.

### II. METODOLOGÍA

Para la realización de este proyecto, con base en un estudio preliminar, se realizó una selección de plataformas virtuales, respecto de tres productos de mayor popularidad en el mercado de los videojuegos: Microsoft Xbox 360®, Sony Play Station 3® y Nintendo Wii® [11]. Se seleccionó la plataforma Microsoft Xbox 360®, ya que permite el uso del cuerpo completo como herramienta de interacción por medio del sensor Kinect®.

Para medir el posible impacto de estos ambientes virtuales se utilizaron herramientas y métodos de medición de parámetros antropométricos y de condición física aplicables a niños de edad escolar (6-12 años). Para esto se propuso utilizar monitores de frecuencia cardíaca que proporcionen la información en tiempo real, así como una medición pre-test y post-test de rendimiento físico en población infantil.

Calibración de equipos y sensores:

La realización del proyecto requirió de la integración del sistema polar en un Ipad® con IOS 7, para generación de sesiones simultáneas de adquisición de frecuencias cardíacas.



Fig. 1. Mediciones antropométricas.

Así también se trabajó en obtener las figuras de mérito para el Kinect®, de tal forma que se pudo obtener las dimensiones de un espacio adecuado para la interacción óptima con los niños participantes.

#### Selección de población piloto:

Después de haber firmado un convenio de colaboración con el Instituto Soledad Acevedo de los Reyes, localizado en Montemorelos, Nuevo León, y haber recibido el consentimiento informado de los tutores, a favor de la participación de los menores, se procedió a realizar una medición de talla y masa de toda la población estudiantil de nivel primaria..

Con base en la capacidad de las instalaciones acondicionadas para el desarrollo de la intervención de *Exergaming*, se seleccionó una muestra inicial de 30 niños y niñas, de entre 6 y 11 años de edad, y que mostraran los mayores percentiles de masa para talla.

#### Realización de exposiciones a *Exergaming*:

La revisión bibliográfica permitió identificar el protocolo adecuado a seguir en niños de edad escolar para medir su rendimiento físico. Debido a que el protocolo Fitnessgram®, publicado por el Instituto Cooper® es la herramienta con más aceptación, se procedió a obtener la licencia correspondiente, y efectuar pruebas preliminares en el personal, para su validación y posterior utilización en la muestra seleccionada.

En el proceso de aplicación de las pruebas piloto se definieron las estrategias a seguir durante la realización de algunos ejercicios, por lo cual durante el mes de Julio del 2013 se realizó una prueba piloto con cuatro niñas en la edad escolar de interés, para validar y mejorar la estrategia, de forma que se pudiera reducir el error operativo al momento de trabajar con una población de mayor número.

Debido a dificultad de algunos niños para asistir a las sesiones de *Exergaming*, fuera del horario escolar, la muestra se redujo a  $n = 15$ . Después del proceso de pruebas piloto, los sujetos de prueba se sometieron a la intervención *Exergaming*, donde se expusieron a una hora diaria de actividad física durante cuatro días de la semana a lo largo de un periodo de cuatro semanas.

Durante ese periodo se recabaron datos de frecuencias cardiacas de los niños participantes durante la exposición.

Se efectuó un análisis de comparaciones pareadas multivariadas de medias, empleando la prueba  $T^2$  de Hotelling, en tanto que para las comparaciones pareadas univariadas se utilizó la prueba  $t$  de Student para muestras dependientes, así como la prueba no paramétrica de rango con signo de Wilcoxon.

La prueba  $t$  de Student pareada asume que la distribución de las diferencias de medias de cada tratamiento es normal. La hipótesis nula es que no existe una diferencia significativa en las medias de dos condiciones experimentales.

En los casos en los que el supuesto de normalidad no se satisface, se puede emplear la opción no paramétrica de la prueba de rango con signo de Wilcoxon para muestras dependientes. En este caso la hipótesis nula es que no existe una diferencia significativa en las medianas de ambas poblaciones (previa y posterior al tratamiento) [12].

Las comparaciones pareadas multivariadas son una generalización de la prueba  $t$  pareada univariada. Consisten en comparar las respuestas de las unidades experimentales antes del tratamiento con las posteriores al tratamiento, para determinar el efecto del tratamiento. El estadístico de prueba usado en estas comparaciones es la  $T^2$  de Hotelling. La hipótesis nula ( $H_0$ ) es "no existe diferencia promedio entre los dos tratamientos" [13]

Dados los vectores de diferencias  $\mathbf{d}_1, \mathbf{d}_2, \dots, \mathbf{d}_n$ , entonces el vector de medias, la matriz de covarianzas y el estadístico  $T^2$  de Hotelling están dados por

$$\bar{\mathbf{d}} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \mathbf{d}_j \quad \mathbf{S}_d = \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (\mathbf{d}_j - \bar{\mathbf{d}})(\mathbf{d}_j - \bar{\mathbf{d}})'$$

$$T^2 = n \bar{\mathbf{d}}' \mathbf{S}_d^{-1} \bar{\mathbf{d}} \quad (1)$$

Si los vectores de diferencias provienen de una distribución normal multivariada, entonces se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) si

$$T^2 = n \bar{\mathbf{d}}' \mathbf{S}_d^{-1} \bar{\mathbf{d}} > \frac{(n-1)p}{n-p} F_{p, n-p}(\alpha) \quad (2)$$

Donde  $p$  es número de vectores de diferencias pareadas,  $\alpha$  es el nivel de significancia, y  $n$  es el tamaño muestral. También,  $F_{p, n-p}(\alpha)$  es el  $100\alpha$  percentil superior de una distribución F con  $p, n-p, p, n-p$  grados de libertad.

Para el análisis estadístico se usó el software R versión 3.02 [14]. El nivel de significancia se fijó en  $\alpha = 0.05$ .



Fig. 1. Aplicación de pruebas físicas y test.

### III. RESULTADOS

Dos de los quince sujetos de estudio no completaron algunas pruebas de la intervención *Exergaming*, de modo que hubo datos faltantes. Se utilizó la técnica de imputación Average Closest Match, que consiste en identificar unos pocos sujetos con scores similares, o diferencias absolutas más pequeñas, y reemplazar el dato faltante "i" con el promedio de esos scores [15].

Las variables se organizaron entre aquellas donde se esperaría una disminución y las que se esperaría un aumento posterior a la intervención.

#### Análisis multivariado

Variables que se espera que muestren una reducción en sus puntajes:

Se analizaron conjuntamente, mediante la comparación pareada multivariada de medias, las variables {%fat, bmi}, es decir, porcentaje de grasa e índice de masa corporal, debido a que son las variables que se espera que presenten, posterior a la aplicación del tratamiento, una disminución conjunta promedio. El tratamiento se refiere a someter a los sujetos de prueba a las rutinas de *Exergaming*.

Los datos analizados fueron las observaciones para cada variable previo y posteriormente al tratamiento. El vector medias de las diferencias ( $X_{1jp} - X_{2jp}$ ), entre las pruebas previas y posteriores, es  $X' = [8.5513333, 0.3793333]$ . Un valor positivo para las diferencias de medias indica una disminución de los scores obtenidos posterior al tratamiento. Un valor negativo indica un incremento.

Ev valor del estadístico  $T^2$  de Hotelling calculado fue 35.15377. Así también, se encontró que el umbral de la región crítica es

$$\frac{(n-1)p}{n-p} F_{p, n-p}(\alpha) = 8.196602. \quad (3)$$

Dado que  $T^2 = 35.15377 > 8.196602$ , se rechaza  $H_0$ , y se concluye que "hay una diferencia promedio entre los dos tratamientos".

*Es decir, para el conjunto de variables "porcentaje de grasa" e "índice de masa corporal", los scores promedio obtenidos por los sujetos en las pruebas posteriores, fueron significativamente menores.*

Variables que se espera que muestren un incremento en sus scores:

Las variables que se analizaron conjuntamente fueron: {pacer, pushup, curlu, trunklift, bsl, bsrpre, cuerda, puntería, vel, long}.

Estas variables son las que se espera que muestren un incremento en sus scores, si el tratamiento *Exergaming* tuviera un efecto significativo sobre ellas. El vector medias de las diferencias ( $X_{1jp} - X_{2jp}$ ), entre las pruebas previas y posteriores, es  $X' = [1.20, -1.53, -2.40, -1.07, -1.40, -0.93, -4.53, 0.27, -0.31, -3.33]$

Un valor positivo para las diferencias de medias indica una disminución de los scores obtenidos posterior al tratamiento. Un valor negativo indica un incremento.

Se validó el supuesto de normalidad multivariada, requerido para ambas pruebas  $T^2$  de Hotelling, por medio del método de las distancias cuadradas generalizadas, y la construcción de gráficas Chi cuadrada. No se encontró una violación importante de este supuesto.

El estadístico  $T^2$  de Hotelling fue 68.84401. El umbral de la región crítica fue 132.5818. Como  $T^2 = 68.84401 < 132.5818$ , no se rechaza  $H_0$ , y se concluye que "no hay una diferencia promedio entre los dos tratamientos".

*Es decir, para el conjunto de variables dadas, no hay diferencia significativa en los scores promedio obtenidos por los sujetos en las pruebas posteriores, respecto a los obtenidos en las pruebas previas.*

#### Análisis univariado.

Los resultados de las comparaciones pareadas empleando la prueba t de Student y la prueba de rango con signo de Wilcoxon se muestran en la tabla I. Para verificar el supuesto de normalidad, requerido para la prueba t de Student pareada, se aplicó la prueba de Shapiro – Wilk, así como la construcción de gráficas de cuantiles normales.

TABLA I  
RESULTADOS DE ANÁLISIS UNIVARIADO

Variable	Media		Desviación estándar		Pruebas pareadas Valores-p	
	Pre	Pos	Pre	Pos	t Student	Wilcoxon
Pacer	11.6	10.4	7.78	6.05	0.1383	0.1663
Pushup (b)	2.33	3.87	4.03	4.98	0.09475	0.06489
Curlu	8.27	10.67	9.51	8.83	0.03556 (a)	0.04372 (a)
Trunklift	7.40	8.47	2.23	1.77	0.1078	0.09993
Bsl (b)	7.53	8.93	2.80	2.91	0.00225 (a)	0.00366 (a)
Bsr	8.07	9	2.66	2.67	0.09991	0.1155
Cuerda	33.67	38.2	26.19	25.33	0.317	0.142
Puntería	1.87	1.60	1.46	1.64	0.5351	0.5513
Velocidad	11.16	11.47	1.45	1.40	0.3645	0.3942
Longitud (b)	119.73	123.07	30.78	17.40	0.6554	0.2219
% fat	40.53	31.97	9.99	8.94	0.00022 (a)	0.00109 (a)
BMI	21.37	20.99	5.65	3.91	0.7455	0.804

(a) Significativo en el nivel 0.05

(b) Evidencia distribución no normal

La evidencia muestra que los scores promedio posteriores para las variables "Curlu" y "Bsl" fueron significativamente mayores que los scores promedio previos. Así también, se encontró evidencia de que el

score promedio posterior para la variable “% fat” fue significativamente menor que el score promedio previo.

#### IV. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos sugieren cambios significativos en tres de las variables estudiadas, sugiriendo un aumento en fuerza en tronco y miembros pélvicos, flexibilidad y una disminución en el porcentaje de grasa corporal de los sujetos de estudio. El análisis multivariado sugiere una reducción significativa en los scores relacionados con las variables que se esperaba que disminuyeran, en el supuesto de que la intervención de *Exergaming* fuera exitosa. Sin embargo, no se observó el incremento en los scores de las variables que se esperaba aumentarían.

Se propone que estas tendencias observadas pueden confirmarse estadísticamente al aumentar el tamaño de población y el tiempo de intervención.

#### V. CONCLUSIÓN

Este estudio evidencia el valor que las intervenciones de *Exergaming* tienen en la facilitación de actividad física en población escolar (6 a 12 años), al mostrar que se logró una disminución significativa en el porcentaje de grasa corporal y un aumento en fuerza en tronco y miembros pélvicos.

Hay evidencia para proponer intervenciones de *Exergaming* como herramientas complementarias de actividad física en población escolar en proyectos de intervención comunitaria, clases de educación física o estrategias de activación física en núcleos familiares.

Se propone la realización de más estudios con mayor cantidad de sujetos involucrados y mayor tiempo de intervención para explorar los efectos medidos por antropometría y evaluación de rendimiento físico, además de explorar la evaluación del impacto en el desarrollo psicomotor y psicosocial de los involucrados.

#### RECONOCIMIENTOS

Agradecemos a la Universidad de Montemorelos por el apoyo en la realización de este proyecto, así también a CONACYT por el financiamiento a esta investigación.

#### REFERENCIAS

- [1] F. Sassi, M. Devaux, and H. Fisher, "Obesity update 2012," *Organization for Economic Cooperation and Development*, pp. 1-7, 2012.
- [2] A. Barrera Cruz, A. Rodríguez González, and M. Molina Ayala, "Escenario actual de la obesidad en

México," *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*, vol. 51, pp. 292-299, 2013.

- [3] J. A. R. Márquez, "Sobrepeso y obesidad," *Observatorio de la Salud Pública en México*, 2010, p. 67.
- [4] G. M. Reaven, "Insulin resistance: the link between obesity and cardiovascular disease," *Medical Clinics of North America*, vol. 95, pp. 875-892, 2011.
- [5] C. N. Lumeng and A. R. Saltiel, "Inflammatory links between obesity and metabolic disease," *The Journal of clinical investigation*, vol. 121, pp. 2111-2117, 2011.
- [6] J. P. Gutierrez, J. Rivera-Dommarco, T. Shamah-Levy, S. Villalpando-Hernández, A. Franco, L. Cuevas-Nasu, M. Romero-Martinez, and M. Hernandez-Avila, "Encuesta nacional de salud y nutrición 2012," *Resultados Nacionales. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública*, 2012.
- [7] P. A. Borràs and L. Ugarriza, "Obesidad infantil: ¿nos estamos equivocando? Principales causas del problema y tendencias de investigación," *Apunts. Medicina de l'Esport*, vol. 48, pp. 63-68, 2013.
- [8] C. Geck, "The generation Z connection: Teaching information literacy to the newest net generation," *Toward a 21st-Century School Library Media Program*, vol. 235, 2007.
- [9] M. McCrindle, "Understanding generation Y," *Principal Matters*, vol. 55, pp. 28-31, 2003.
- [10] A. Christison and H. A. Khan, "Exergaming for health a community-based pediatric weight management program using active video gaming," *Clinical pediatrics*, vol. 51, pp. 382-388, 2012.
- [11] Walpole, Ronald E., Myers, Raymond H., Myers Sharon L., Ye Keying (2012). "*Probability & Statistics for Engineers & Scientists, Ninth Edition*". Prentice Hall. Boston, MA.
- [12] VGChartz. (2014, 8 de Octubre). *Global Hardware Totals (Online ed.)*.
- [13] Johnson, Richard A., Wichern, Dean W. (2002). "*Applied Multivariate Statistical Analysis, 5<sup>th</sup> Ed.*" Prentice Hall. Upper Saddle River, NJ.
- [14] R Development Core Team (2005). "*R: A language and environment for statistical computing*". R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL: <http://www.R-project.org>.
- [15] Elliot, Peter; Hawthorne, Graeme. (2005). *Imputing missing repeated measures data; how should we proceed?* Australian and New Zealand Journal of Psychiatry; 39:575-582.