

Evaluación de la Aptitud Cardiopulmonar en Individuos con Hemiparesia tras Accidente Vascular Encefálico

Angélica Cristiane Ovando, Stella Maris Michaelsen, Tales de Carvalho, Vanessa Herbe

Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) – Centro de Ciências da Saúde e do Esporte (CEFID), Florianópolis, SC – Brasil

Resumen

Fundamento: Debido a la hemiparesia, la evaluación de la aptitud cardiorrespiratoria de individuos después de accidente vascular encefálico (AVE), por medio de pruebas ergométricas con protocolos convencionales, se ha vuelto en un reto.

Objetivo: Llevar a cabo prueba cardiopulmonar (PCP) en hemiparéticos para una evaluación pre participación que busca una criteriosa prescripción de ejercicio aeróbico.

Métodos: Participaron en el estudio 8 individuos con hemiparesia crónica, que se sometieron a PCP realizado con protocolo individualizado en rampa, desarrollado a partir de la información de la velocidad de marcha de los individuos previamente evaluados en prueba de pista. Se consideró como la propuesta de inclinación variando entre el 0% y el 10%, velocidad inicial correspondiente a un 70% del ritmo de caminata confortable y velocidad máxima el 40% superior a la velocidad máxima en la prueba de pista, en la expectativa de que el PCP, con este incremento gradual y constante de la intensidad, durase entre 6 y 8 minutos

Resultados: El 100% de los evaluados, la motivación para la interrupción de la prueba fue fatiga periférica. El VO_2 de pico alcanzado fue de $20,6 \pm 5,7$ ml/kg.min. Se identificó el Umbral I en todos los exámenes, situándose en $82,64 \pm 4,78\%$ de la FC de pico y $73,31 \pm 4,97\%$ del VO_2 de pico. El cociente respiratorio (R) del grupo fue de $0,96 \pm 0,09$, y tres de los 8 individuos (37,5%) alcanzaron R superior a 1,00, siendo el umbral II identificado en estos sujetos. Se encontraron relaciones positivas entre variables del PCP y scores de equilibrio, desempeño en la prueba de marcha de 6 minutos y velocidad de marcha en el suelo.

Conclusión: La prueba se reveló útil para prescripción de actividad física en estos individuos. (Arq Bras Cardiol 2011; 96(2) : 140-147)

Palabras-clave: aptitud física, paresia, prueba de esfuerzo, accidente cerebrovascular, pruebas de función respiratoria.

Introducción

Las enfermedades del aparato circulatorio, incluyendo el accidente vascular encefálico (AVE), constituyen uno de los más importantes problemas de salud de la actualidad¹. Una característica común entre los individuos afectados por un AVE es la presencia de factores de riesgo, tales como sedentarismo, hipertensión arterial sistémica (HAS), obesidad, tabaquismo y estrés, los que se pueden cambiar por medio de la intervención sobre el estilo de vida. Dichos factores, si no tratados, mantienen elevado el riesgo de la reincidencia del AVE en esta población².

Tradicionalmente, tras un AVE, la rehabilitación por medio de la fisioterapia convencional prioriza la evaluación y tratamiento de compromisos neurológicos primarios, incluyendo la debilidad muscular del hemicuerpo contralateral

a la lesión cerebral (hemiparesia) y la presencia de sinergismo anormal que compromete el control de los movimientos. La recuperación de la marcha viene siendo la principal meta en la rehabilitación de dichos pacientes³, siendo que la inserción de tal población en programas de condicionamiento cardiorrespiratorio no es aún una práctica común en el Brasil.

El descondicionamiento físico puede ser considerado como un factor secundario que limita la transferencia de las habilidades locomotoras obtenidas en la rehabilitación para el ambiente comunitario. La disminución en la resistencia para la marcha fue la limitación funcional de mayor destaque observada en una muestra de individuos con un año de pos AVE, siendo su recuperación significativamente asociada a la reintegración de estos individuos a la vida comunitaria⁴.

La evaluación de la aptitud cardiorrespiratoria en individuos con AVE es difícil, ya que las desventajas específicas de la hemiparesia, como debilidad muscular, fatiga, falta de equilibrio, contracturas y espasticidad, pueden interferir en la realización de pruebas eficaces con protocolos estándares⁵. Por tanto, se vuelve importante el desarrollo de métodos confiables para la evaluación fidedigna de la aptitud cardiorrespiratoria en estos individuos.

Correspondencia: Angélica Cristiane Ovando •

Rua Pascoal Simone, 358 - Coqueiros - 88080-350 - Florianópolis, SC - Brasil
E-mail: angecris@yahoo.com.br, angelica_cristiane@hotmail.com
Artículo recibido el 22/01/10; revisado recibido el 19/05/10; aceptado el 05/07/10.

Nuevos estudios que implican entrenamiento aeróbico^{6,7} y evaluación de la aptitud física con la utilización de pruebas submáximas y máximas^{5,8-13} vienen surgiendo recientemente, contribuyendo para el conocimiento de las alteraciones de la aptitud física y de la eficiencia de programas de entrenamiento en esta población. Los protocolos para la evaluación ergoespirométrica en cinta son variados, habiendo relatos de uso del protocolo de Balke modificado¹⁴, Harbor modificado^{15,16}, o todavía prueba en cinta con velocidad constante e incremento progresivo de la inclinación¹⁷, sin encontrar estudios que hayan utilizado un protocolo individualizado en rampa con incrementos simultáneos de inclinación y velocidad de cinta. Además de ello, ningún de los estudios revisados se llevó a cabo en Brasil, donde hay una carencia de estudios implicando la evaluación de la aptitud cardiorrespiratoria en cinta ergométrica en individuos con secuela crónica de AVE.

De esta manera, el presente estudio se propuso a investigar la aplicación de un protocolo adaptado de prueba cardiopulmonar (PCP) en rampa individualizada para individuos portadores de hemiparesia con una variedad de anomalías en la marcha. Se investigó la hipótesis de que individuos con hemiparesia por secuela AVE, aun más añosos y con limitaciones motoras afectando su desempeño en la marcha, podrían alcanzar intensidad de ejercicio adecuada para la evaluación cardiopulmonar por medio de una prueba de esfuerzo con protocolo en rampa individualizado con incrementos concomitantes de velocidad y inclinación de la cinta.

Por tanto, el presente estudio buscó describir un protocolo de prueba de esfuerzo submáximo en cinta que se pudiera llevar a cabo en la práctica clínica, y verificar su efectividad para una evaluación pre participación, buscando una criteriosa prescripción de ejercicio aeróbico.

Métodos

Muestra

Participaron en el estudio 8 individuos portadores de hemiparesia crónica (9-34 meses tras el AVE), con edades entre 21-74 años, compromiso motor ligero y moderado en el miembro inferior (entre 20-31 puntos) de acuerdo con los scores de la prueba de Fugl-Meyer, y velocidad de marcha confortable en el suelo entre 0,3-1,15 m/s (Tabla 1).

Se incluyeron en la muestra individuos con secuela unilateral de un único AVE, crónicos (desde hace al menos 6 meses de acontecimiento), con score mínimo de 20 sobre 34 en la escala de Fugl-Meyer de miembro inferior y marcha independiente, aunque en uso de algún dispositivo auxiliar para deambulación, que no tuvieran compromiso cognitivo. Los criterios de exclusión fueron el diagnóstico de insuficiencia cardíaca congestiva, angina inestable, enfermedad vascular periférica con claudicación, condiciones ortopédicas limitantes u otras condiciones (además de las secuelas del AVE) que impidieran la participación en un PCP.

Además del PCP, la evaluación incluyó examen clínico médico, evaluación fisioterapéutica, con la aplicación de pruebas clínicas para evaluar la función motora y la aplicación de un cuestionario sobre el nivel actual de actividad física

Tabla 1 - Características de los participantes en el estudio y desempeño en las pruebas clínicas

Características	Valores (media y desviación-estándar)
Edad (años)	53 ± 17
Cronicidad (meses)	18 ± 11
Índice de masa corporal (Kg/m ²)	27,1±2,7
Uso de betabloqueantes	N = 4 (50,0%)
AVE hemorrágico	N = 3 (62,5%)
AVE isquémico	N = 5 (37,5%)
Recuperación Motora (0-34 puntos – Escala de Fugl-Meyer)	25 ± 4,5
Equilibrio (0-56 puntos – Escala de Equilibrio de Berg)	49 ± 7,7
Velocidad de marcha confortable en 10 m (m/s)	0,9 ± 0,3
Velocidad de marcha rápida en 10 m (m/s)	1,26 ± 0,4
Velocidad de marcha confortable en pista 100 m (m/s)	0,88 ± 0,3
Velocidad de marcha rápida en pista 100 m (m/s)	1,23 ± 0,6
Perfil de actividad Humana – EMA	68 ± 7
Perfil de actividad Humana – EAA	45 ± 12,3

AVE - accidente vascular encefálico; EMA - score máximo de actividad; EAA - score ajustado de actividad.

- Perfil de Actividad Humana¹⁸. Las evaluaciones clínicas se llevaron a cabo con intervalos de una semana antes del procedimiento en la cinta.

Este estudio fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la institución (dictamen n° 88/2007). La medicación usual se mantuvo durante todo el período de selección y evaluación de los individuos.

Pruebas clínicas para evaluar la función motora

Antes del inicio de las recolecciones, todos los participantes firmaron el formulario de consentimiento informado. La etapa siguiente fue el llenado de la ficha de identificación del sujeto y la realización de las pruebas de evaluación de la función motora que sirvieron para caracterizar la muestra. Todas las pruebas se llevaron a cabo por un fisioterapeuta experimentado. El compromiso motor del miembro inferior se evaluó mediante la sesión motora del miembro inferior de la Escala de Evaluación de Fugl-Meyer¹⁹, que evalúa el movimiento voluntaria dentro y fuera de las sinergias anormales, con puntaje variando entre 0-34, siendo que el score 34 evidencia movimiento normal.

El equilibrio dinámico de los individuos se evaluó a través de la Escala de Equilibrio de Berg²⁰, que consiste en 14 tareas de equilibrio dinámico que se requieren al paciente. El examinador evalúa al paciente en cada tarea, puntuando de 0 (cero) a 4, siendo que 0 significa la incapacidad de realizar la actividad propuesta y 4 significa capacidad de llevar a cabo la actividad sin dificultad. El puntaje máximo es de 56 puntos, evidenciando ausencia de déficits de equilibrio, siendo que puntaje inferior a 36 puntos significa compromiso severo del equilibrio²⁰.

La velocidad de la marcha confortable, expresa en m/s, se evaluó requiriéndose a los participantes que deambularan, en una velocidad "confortable", usando un calzado con el que estuvieran habituados, una distancia de 14 metros, y el tiempo para recorrer 10 metros fue cronometrado. En la prueba de velocidad de marcha rápida (10m) se llevó a cabo el mismo procedimiento, sin embargo se requirió que el individuo caminará lo más rápido posible²¹. La resistencia para la marcha se evaluó por la prueba de marcha de 6 minutos (PC6min)²¹, y se instruyó a los sujetos a caminar de una punta a otra de un corredor de 30 metros, recorriendo la mayor distancia posible en 6 minutos²².

El Perfil de Actividad Humana (PAH)¹⁸ se utilizó para evaluar el nivel de actividad y consiste en la aplicación de un cuestionario, en el que el sujeto responde a 94 preguntas referentes al nivel funcional y de actividad física. El PAH analiza, entre otros puntajes primarias, dos scores, el EMA (score máximo de actividad), referente a la numeración de la actividad con la más alta demanda de oxígeno que el individuo hace todavía, y el EAA (score ajustado de actividad), que corresponde al EMA al sustraer el número de ítems que el individuo paró de hacer. El EMA es considerado como una medición del nivel de actividad física, mientras que EAA, una medición de funcionalidad física. El EAA suministra una estimación más precisa de las actividades diarias, ya que representa el nivel promedio de equivalente metabólico gasto en un día típico. La clasificación se obtiene mediante el número del EAA, siendo el sujeto considerado como activo (EAA > 74), moderadamente activo ($53 \leq \text{EAA} \leq 74$) o debilitado o inactivo (EAA < 53).

Protocolo para evaluación de prueba de esfuerzo en cinta

Se utilizó un protocolo en rampa, adaptado con base en el protocolo utilizado por Mackay-Lyons y Makrides¹⁵ en individuos con hemiparesia. Inicialmente, se realizó una prueba de velocidad de marcha en una pista de 100 m. Cada sujeto realizó dos pruebas de caminata en la pista, una en su velocidad confortable, otra en su velocidad máxima, que sirvieron para establecer las velocidades utilizadas para el PCP, así como para verificar la tolerancia del individuo a una caminata en velocidad más rápida.

Antes del PCP, se llevó a cabo una prueba inicial en la cinta, sin inclinación, para evaluar la estabilidad de la marcha y familiarizar los pacientes al equipo, permitiendo verificarse la velocidad rápida observada en la pista podría mantenerse en la cinta. En esta prueba, los individuos caminaron durante dos minutos como mínimo, sin interrupción, en su velocidad confortable determinada por la prueba de pista, sin inclinación, y, posteriormente, durante 30 segundos como mínimo, en su velocidad rápida. La etapa siguiente fue la realización del PCP, que tuvo lugar una semana tras la realización de las pruebas clínicas y prueba de pista. Antes de iniciar el PCP, los pacientes permanecieron acostados por cerca de 5 minutos, en un ambiente tranquilo, con temperatura mantenida en cerca de 22°C, mientras que se obtenía el ECG de reposo.

Para la realización del PCP, se utilizó una cinta ergométrica (Imbrasport KT ATL) con sistema computarizado (Elite Metasoft) y un sistema de análisis de gases metabólicos

(Metalyzer) para la obtención simultánea de los parámetros metabólicos y respiratorios, por medio del análisis directa de los gases (O_2 y CO_2) expirados y mediciones metabólicas. Para el registro electrocardiográfico, se utilizaron un equipamiento y un software específicos de electrocardiograma digital (ErgoPC Elite versión 3.2.1.5, Micromed, Brasil). La velocidad inicial del PCP utilizada en la cinta fue del 70% de la velocidad confortable encontrada en la prueba de pista. La velocidad final de la prueba fue del 40% superior a la velocidad máxima del sujeto en el suelo, definida en la prueba de pista de 100 metros. La prueba fue progresiva, con duración prevista de 8 minutos e inclinación máxima de la cinta establecida para ser de un 10%.

Todas las pruebas fueron conducidas por el mismo médico cardiólogo. Como los sujetos presentan gran inestabilidad para la marcha, se permitió que se apoyaran las manos. Un fisioterapeuta se puso detrás del paciente, por medidas de seguridad, pero ninguna asistencia se ofrecía caso no se observaran dificultades en la marcha durante la realización de la prueba.

La prueba era interrumpida al requerirse al paciente, o al momento en que se observara una inestabilidad de la marcha, o ante la presencia de anomalías clínicas, hemodinámicas y/o electrocardiográficas relevantes²³. El consumo del oxígeno de pico (VO_2 pico) fue considerado como el más alto VO_2 alcanzado en el ejercicio. Se calculó la inclinación de la recta de la ventilación (VE) vs la producción de dióxido de carbono (VCO_2) por el modelo de regresión lineal, usando los datos obtenidos durante toda la prueba.

Análisis estadístico

Los datos se expresaron en medias y desviación estándar. La prueba t para una muestra se utilizó a fin de comparar la velocidad de marcha y el valor de la inclinación VE/VCO_2 en el presente estudio con valores de referencia en la literatura. La correlación de Spearman fue utilizada para verificar la relación entre las variables de la prueba ergoespiométrica con las variables de las pruebas clínicas. Las pruebas se llevaron a cabo con el software SPSS versión 17.0, adoptándose un nivel de significancia del 5% ($p \leq 0,05$).

Resultados

Se evaluaron a 8 individuos con media de edad de 53 ± 17 años, 6 de ellos varones. Cinco de los individuos eran ex-tabaquistas (dejaron de fumar después del AVE), uno era diabético y 6 de los individuos eran hipertensos bajo tratamiento farmacológico. Ninguno de los individuos presentaba diagnóstico de cardiopatías asociadas, o había participado en el programa de rehabilitación cardiopulmonar o metabólica.

No se observaron diferencias entre la velocidad en la prueba de pista en 100 m y la prueba de velocidad de marcha en 10m, tanto para la velocidad confortable como para la velocidad rápida. Los parámetros electrocardiográficos de reposo y esfuerzo se consideraron como dentro de los límites de la normalidad en 7 de los individuos (87,5%), siendo que uno (12,5%) presentó bloqueo de rama derecha y extrasístoles ventriculares polimórficas aisladas. Todos los individuos permanecieron asintomáticos durante la prueba y el motivo para la interrupción en el 100% de los exámenes fue el cansancio, especialmente de

los miembros inferiores, influenciado por la dificultad motora que transcurre de la secuela de AVE.

Los resultados de las principales variables del PCP pueden comprobarse en la Tabla 2. La frecuencia cardíaca de pico alcanzó $78,24 \pm 13,7\%$ del predicho para la edad, siendo que el 25% de los individuos ($n = 2$) alcanzaron $> 95\%$ del predicho para la edad y el 75% de los individuos ($n = 6$) alcanzaron $> 75\%$ del predicho para la edad. De estos, 4 hacían uso de betabloqueantes. Se identificó el umbral anaeróbico (Umbral 1) en todos los exámenes, situándose en $82,64 \pm 4,78\%$ de la FC de pico y $73,31 \pm 4,97\%$ del VO_2 de pico. Solamente tres individuos de los 8 (37,5%) alcanzaron R superior a 1,00, identificándose el punto de compensación respiratoria (Umbral 2) en estos sujetos. El pulso de O_2 de pico se consideró como dentro de la normalidad, con valores promedios de $15,46 \pm 2,96$ ml/b. La inclinación VE/VCO_2 presentó comportamiento próximo de los valores de referencia encontrados en la literatura en individuos sanos de misma edad y sexo habiendo una tendencia a ser mayor en el presente estudio ($p = 0,05$)²⁴.

Los resultados del desempeño en la PCP se pueden comprobar en la Tabla 3. La duración de la prueba ha variado de 3,6 a 8,2 minutos y solamente un individuo completó la prueba en más de 8 minutos. La velocidad de marcha de los individuos, evaluada por la prueba de velocidad de marcha en el suelo en 10m, fue significativamente menor cuando comparada con valores de referencia de individuos sanos de misma edad y sexo²⁵ ($p = 0,001$). La distancia recorrida en la prueba de marcha de 6 minutos fue de $400,9 \pm 136$ m y solamente un individuo logró recorrer una distancia superior a 500m.

Los scores de equilibrio presentaron correlación con la velocidad en el final del PCP ($p = 0,74$, $p = 0,03$) y con el compromiso motor ($p = 0,83$, $p = 0,01$). La velocidad inicial del PCP también presentó correlación con la velocidad de marcha rápida y confortable ($p = 0,83$, $p = 0,01$; $p = 0,92$, $p < 0,001$, respectivamente).

No se encontraron correlaciones entre el VO_2 de pico y el desempeño en la prueba de velocidad de marcha. Sin embargo, se observó una correlación positiva entre la capacidad de aumentar la velocidad de marcha (diferencia

entre velocidad máxima y confortable) y el VO_2 de pico ($p = 0,71$, $p = 0,04$). Los resultados del VO_2 de pico estuvieron correlacionados con el desempeño de la marcha observado a través del PC6min ($p = 0,71$, $p = 0,04$). Los scores máximos de actividad (EMA) y el score ajustado de actividad (EAA) evaluado por el PAH presentaron correlación positiva con la velocidad de marcha en el inicio del PCP ($p = 0,84$, $p < 0,01$ y $p = 0,77$, $p = 0,02$, respectivamente) y el VO_2 de pico presentó correlación positiva con el EMA ($p = 0,73$, $p = 0,04$).

Discusión

El presente estudio evaluó la aptitud cardiorrespiratoria de individuos afectados por AVE por medio de un protocolo en rampa individualizado y relacionó su desempeño con el compromiso motor, los déficits de equilibrio, el desempeño de la marcha y el nivel de actividad física. Con el protocolo utilizado, la prueba de caracterizó como submáximo, visto que todos los individuos alcanzaron el Umbral 1. De esta forma, es posible afirmar que la prueba fue útil para que se realice la prescripción criteriosa de la actividad física aeróbica.

La duración propuesta del esfuerzo máximo en el protocolo en rampa debe ser entre 8 y 12 minutos²⁶. En el presente estudio, la previsión inicial era de que la prueba durara entre 6 y 8 minutos, caracterizando una prueba submáxima, lo que se visualizó en un 50% de los individuos. Dos de estos presentaban compromiso motor ligero uno presentaba compromiso motor moderado y uno presentaba compromiso motor severo. Es probable que la velocidad máxima a alcanzarse (un 40% superior a la velocidad y marcha rápida de la prueba de pista) en la prueba haya sido superestimada, disminuyendo el tiempo de permanencia del individuo en la cinta.

Un estudio previo²⁷ relató que individuos adultos mayores con secuelas de AVE presentan síntomas de intolerancia a la actividad física, como disnea, debilidad en los miembros inferiores, elevación exagerada de la frecuencia cardíaca y respiratoria, además de fatiga subjetiva tras la deambulación, aun en distancias cortas, como 50 metros por ejemplo. La fatiga es una secuela común en dichos pacientes, y ejerce un impacto importante en las actividades de la vida diaria, especialmente en aquellas con mayor demanda metabólica²⁸.

Tabla 2 - Resultados individuales de las principales variables cardiorrespiratorias en el pico del PCP

Sujeto	VO_2 pico (ml/kg.min)	% del VO_2 previsto	% FC max prevista	VI Max (l/min)	% VI max prevista	R	Inclinación VI/VCO_2	Presión arterial de pico (mmHg)	Puntuación máxima en la Escala de Borg
1	15,56	46,30	57,80	49,90	36,20	1,02	29,07	130/70	13
2	19,60	65,40	68,75	48,30	40,60	0,94	29,20	160/70	13
3	18,57	63,90	99,40	36,80	53,00	0,90	29,24	180/65	16
4	25,54	47,50	71,40	56,00	32,55	0,92	29,50	150/55	13
5	17,21	75,20	93,20	37,20	69,00	1,03	34,08	170/80	14
6	23,38	81,30	77,80	59,00	56,94	0,82	36,00	160/70	15
7	18,85	47,90	77,40	52,50	30,40	1,02	33,00	160/60	14
8	25,88	83,00	80,20	53,20	49,20	0,98	26,80	180/85	15
Media	20,60	64,00	78,24	49,11	46,00	0,96	30,86	160/70	14
DE	5,70	15,30	13,30	8,10	13,40	0,07	3,10	-----	1

VI - ventilación pulmonar; DE - desviación-estándar.

Tabla 3- Resultados individuales del desempeño en el PCP

Sujeto	Velocidad inicial (m/s)	Velocidad final (m/s)	Inclinación final (%)	Duración de la prueba (min)	Distancia recorrida (m)
1	0,40	1,07	6,0	4,93	220,09
2	0,67	1,39	6,5	5,36	372,46
3	0,18	0,54	9,5	7,88	186,23
4	0,76	1,34	9,5	8,20	558,69
5	0,67	1,12	4,0	3,60	220,09
6	0,72	1,12	6,5	5,50	321,67
7	0,58	1,39	8,5	7,10	440,18
8	0,63	1,56	8,0	7,66	490,97
Media	0,60	1,20	7,3	6,30	351,30
DE	0,20	0,30	2,0	2,46	138,06

DE - desviación-estándar.

En gran parte de los estudios implicando PCP, la fatiga generalizada, o la fatiga de la perna afectada, aparece como la principal razón para la interrupción del PCP^{10,15,17,29,30}, sugiriendo que el compromiso motor limita la capacidad de ejercicio de pico en esta población.

En el presente estudio, tres de los individuos alcanzaron el punto de compensación respiratoria durante la realización de la prueba. La dificultad de lograr una prueba de esfuerzo máximo en esta población puede observar en otros estudios, como el de Dobrovoly et al¹⁷, también se realizó en cinta, donde solamente un 9% alcanzaron el cociente respiratorio (Q) $\geq 1,1$, con promedio de $0,96 \pm 0,09$, similar al nuestro estudio. En el estudio de Kelly et al²⁹, con la evaluación ergoespiométrica en cicloergómetro, el promedio del Q fue de 0,9, siendo que solamente tres de los 17 individuos evaluados ultrapasaron el valor de 1, y ningún alcanzó 1,1.

Los hallazgos demostraron que la aptitud cardiorrespiratoria y el desempeño en la marcha estuvieron marcadamente comprometidos en los individuos do presente estudio. Nuestros resultados también sugieren que el desempeño de la marcha puede estar reducido en función de una pobre aptitud cardiorrespiratoria. En la población general de individuos afectados por AVE, este déficit probablemente es todavía mayor, teniendo en cuenta que nuestro estudio excluyó a individuos severamente afectados, imposibilitados de soportar una prueba en cinta. Los resultados del presente estudio corroboran con estudios previos que evaluaron la aptitud cardiorrespiratoria en esta población.

En el estudio de Pang et al¹⁰, con individuos con más de 6 meses de afectación por el AVE (crónicos), con edades entre 50-87 años, el VO₂ de pico fue de $23,5 \pm 4,0$ ml/kg/min para los varones y $20,1 \pm 5,1$ ml/kg/min para las mujeres, representado pérdidas de un 25% para los varones y un 20% para las mujeres respecto a la población sana. Kelly et al²⁹ observaron un VO₂ de pico entre 15,8-16,1 ml.kg⁻¹.min⁻¹ en 17 sujetos con hemiparesia y media de edad de 66 años, evaluados en ejercicio máximo en cicloergómetro 30 días tras

el AVE. Potempa et al⁸, en su evaluación preintervención en sujetos crónicos, encontraron VO₂ pico de $16,6 \pm 1$ ml.kg⁻¹.min⁻¹ en 19 sujetos que serían del grupo experimental y $15,1 \pm 1$ ml.kg⁻¹.min⁻¹ en otros 23 sujetos que serían su grupo control.

En el presente estudio, el VO₂ de pico estuvo asociado con la PC6min. Nuestros datos corroboran con el estudio de Kelly et al²⁹, que evaluó la aptitud cardiorrespiratoria en cicloergómetro en individuos subagudos, y encuentran una correlación entre VO₂ de pico y la PC6min. Otro estudio¹⁰, sin embargo, encontró una correlación baja entre el VO₂ de pico evaluado a través de cicloergómetro con la distancia recorrida en la PC6min en pacientes crónicos, y los autores sugieren que otros factores además de la aptitud cardiorrespiratoria influenciaron la capacidad de marcha analizada por la prueba. Por tanto, ellos no recomiendan dicha prueba como única forma de evaluar la aptitud física en esta población.

No se encontraron correlaciones entre el VO₂ de pico y el desempeño en la prueba de velocidad de marcha en el suelo. Sin embargo, se observó una correlación positiva entre la capacidad de aumentar la velocidad de marcha (diferencia entre velocidad máxima y comfortable) y el VO₂ de pico. Mientras que los compromisos primarios que dificultan la marcha están relacionados a la pérdida de fuerza y coordinación³¹, la pérdida de la aptitud cardiorrespiratoria se puede considerar como un colaborador secundario para el bajo desempeño locomotor tras un AVE.

La velocidad inicial del PCP presentó correlación positiva con la velocidad de marcha rápida y comfortable evaluada por la prueba de velocidad de marcha en 10 metros. Como no se encontraron diferencias estadísticas entre la prueba de velocidad de marcha en 10 metros y la prueba de pista en 100 metros, utilizado para establecer la velocidad de la cinta, se sugiere que la prueba de velocidad de marcha en 10 metros se utilice en la práctica clínica para establecer la velocidad inicial y final del protocolo en rampa, facilitando la práctica diaria, ya que esta prueba es sencilla y se puede llevar a cabo en cualquier pasillo con 14 metros²¹.

Los scores de equilibrio presentaron correlación positiva con la velocidad final del PCP, indicando que cuanto mejor el equilibrio, mayor la progresión de la velocidad en el PCP. De acuerdo con Michael et al³², el equilibrio es un fuerte predictor de los niveles de actividad locomotora de individuos tras el AVE en la fase crónica, estando también relacionado con el VO_2 de pico, lo que demuestra que hay una relación entre el equilibrio y una pobre aptitud física. La relación de los déficits de equilibrio con la velocidad alcanzada en el PCP en el presente estudio demuestra que, para dichos individuos, puede ser difícil el incremento de la velocidad de marcha suficientemente para inducir un PCP máximo eficaz.

Ni todos los estudios que evaluaron la aptitud física en esta población hicieron una evaluación del equilibrio o presentaron alguna relación entre equilibrio y desempeño en el PCP, en sin embargo, todos incluyeron a individuos independientes para marcha, pudiendo hacer uso de algún dispositivo auxiliar para la locomoción. Teniendo en cuenta que los niveles de actividad locomotora están fuertemente asociados a los scores de equilibrio³², es posible afirmar que los estudios han estado evaluando, en general, a sujetos con déficits moderados a leve del equilibrio, excluyendo a individuos con déficits severos, que serían dependientes para la marcha¹⁰ y presentan dificultad de llevar a cabo una prueba máxima.

A pesar de la población del presente estudio ser independiente para la marcha, se observó un nivel de actividad física deficitario evaluado por el score ajustado del PAH. Además de esto, se observó una correlación positiva entre el VO_2 de pico y los scores máximos del PAH, indicando que individuos con mejor aptitud cardiorrespiratoria llevan a cabo más actividades que demandan un mayor gasto energético. La inactividad física es común tras un AVE, siendo que los pacientes pasan más de un 70% de su día desarrollando actividades no relacionadas con mejoras de su estado funcional, siendo implicados con actividades con potencial benéfico para el desempeño motor en menos de un 20% de su día³³. Además de esto, la actividad motora ejecutada en la fisioterapia o terapia ocupacional no es de intensidad suficiente para inducir un entrenamiento cardiorrespiratorio efectivo³⁴.

Tras un AVE, la capacidad de ejercicio puede estar comprometida por la presencia de comorbilidad cardiovasculares en hasta el 75% de los pacientes, siendo un problema clínico importante que afecta tanto la rehabilitación como también los resultados alcanzados en largo plazo³⁵. Por tanto, concomitante a la rehabilitación fisioterapéutica convencional, teniendo en vista a la recuperación de las secuelas motoras, debe producirse la rehabilitación cardiopulmonar y metabólica con énfasis en el ejercicio físico, buscando tanto la recuperación funcional en cuanto el control de estos factores de riesgo.

El PCP, sin embargo, no se utiliza sistemáticamente para el diagnóstico de la enfermedad arterial coronaria o aun como base para la prescripción de rehabilitación cardiopulmonar o metabólica en individuos con hemiparesia³⁶. De entre los diferentes factores que contribuyen para dicha realidad, es probable que esté incluida la constante preocupación con el

riesgo de caídas o aun la falta de conocimiento, por parte de los profesionales de la salud en general, de que pacientes con déficits neurológicos poniendo en compromiso la habilidad en la marcha y equilibrio pueden llevar a cabo una prueba en cinta, desde que el protocolo se adapte para sus limitaciones.

Aunque el presente estudio presenta resultados con una muestra de 8 individuos, es posible llevar a cabo algunas consideraciones cuando se piensa en la realización de PCP para la evaluación y prescripción de actividad física para individuos con hemiparesia crónica. La literatura no relata la superioridad del uso del cicloergómetro o de la cinta, siendo que ambos tienen sus consideraciones particulares. El cicloergómetro presenta la ventaja de ser más seguro en términos de riesgo de caídas. Sin embargo, no implica evaluación y entrenamiento de la tarea-específica, blanco principal en la rehabilitación de esta población: la marcha. La literatura relata el efecto benéfico del ejercicio aeróbico en cinta tanto para la mejora de la aptitud física como de la función locomotora tras AVE³⁷. Por tanto, su uso se debe encorajar, tanto como forma de evaluación como tratamiento.

El presente estudio reveló que es posible establecer un entrenamiento a través de prueba submáximo, sin embargo, algunas limitaciones pueden haber comprometido los resultados del estudio. Citamos aquí el bajo número de individuos estudiados, el tiempo de la prueba, que no correspondió en buena parte al que es priorizado en la literatura, sugiriendo que el protocolo a que emplear podría ser menos intenso. Otra limitación incluiría la no comparación de los individuos que llevaron a cabo la prueba con individuos que tienen su prescripción basada solamente en formas subjetivas de prescripción y pruebas de campo. Estudios posteriores, con una muestra mayor, investigando se incrementos menores en la velocidad de la cinta permitirían alcanzar mayores valores de R, podrán responder estas cuestiones.

Conclusión

En individuos hemiparéticos crónicos independientes para la marcha, el PCP en cinta con protocolo en rampa individualizado propuesto se caracterizó como siendo submáximo y se reveló útil en la determinación del primero umbral ventilatorio en todos los evaluados, posibilitando una prescripción criteriosa de ejercicio aeróbico en el marco de la rehabilitación cardiopulmonar y metabólica.

Potencial Conflicto de Intereses

Declaro no haber conflicto de intereses pertinentes.

Fuentes de Financiación

El presente estudio no tuvo fuentes de financiación externas.

Vinculación Académica

Este artículo forma parte de Disertación de Maestría de Angélica Cristiane Ovando e Vanessa Herber, por la *Universidade do Estado de Santa Catarina* – UDESC.

Referencias

1. Cesse EAP, Carvalho EF, Souza WV, Luna CF. Tendência da mortalidade por doenças do aparelho circulatório no Brasil: 1950 a 2000. *Arq Bras Cardiol.* 2009; 93 (5): 490-7.
2. Johnston SC, Mendis S, Mathers CD. Global variation in stroke burden and mortality: estimates from monitoring, surveillance, and modelling. *Lancet Neurol.* 2009; 8 (4): 345-54.
3. Dobkin BH. Strategies for stroke rehabilitation. *Lancet Neurol.* 2004; 3 (9): 528-36.
4. Mayo NE, Wood-Dauphinee S, Ahmed S, Gordon C, Higgins J, McEwen S, et al. Disablement following stroke. *Disabil Rehabil.* 1999; 21 (5-6): 258-68.
5. Eng JJ, Dawson AS, Chu KS. Submaximal exercise in persons with stroke: test-retest reliability and concurrent validity with maximal oxygen consumption. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004; 85 (1): 113-8.
6. Macko RF, Ivey FM, Forrester LW. Task-oriented aerobic exercise in chronic hemiparetic stroke: training protocols and treatment effects. *Top Stroke Rehabil.* 2005; 12 (1): 45-57.
7. Pang MY, Eng JJ, Dawson AS, Gyllfaddottir S. The use of aerobic exercise training in improving aerobic capacity in individuals with stroke: a meta-analysis. *Clin Rehabil.* 2006; 20 (2): 97-111.
8. Potempa K, Lopez M, Braun LT, Szidon JP, Fogg L, Tincknell T. Physiological outcomes of aerobic exercise training in hemiparetic stroke patients. *Stroke.* 1995; 26 (1): 101-5.
9. Kosak M, Smith T. Comparison of the 2-, 6-, and 12-minute walk tests in patients with stroke. *J Rehabil Res Dev.* 2005; 42 (1): 103-7.
10. Pang MYC, Eng JJ, Dawson AS. Relationship between ambulatory capacity and cardiorespiratory fitness in chronic stroke. *Chest.* 2005; 127 (2): 495-501.
11. Eng JJ, Chu KS, Dawson AS, Kim CM, Hepburn KE. Functional walk tests in individuals with stroke: relation to perceived exertion and myocardial exertion. *Stroke.* 2002; 33 (3): 756-61.
12. Duncan P, Studenski S, Richards L, Gollub S, Lai SM, Reker D, et al. Randomized clinical trial of therapeutic exercise in subacute stroke. *Stroke.* 2003; 34 (9): 2173-80.
13. Kurl S, Laukkanen JA, Rauramaa R, Lakka TA, Sivenius J, Salonen JT. Cardiorespiratory fitness and the risk for stroke in men. *Arch Intern Med.* 2003; 163 (14): 1682-8.
14. Hooker SP, Sui X, Colabianchi N, Vena J, Laditka J, LaMonte MJ, et al. Cardiorespiratory fitness as a predictor of fatal and nonfatal stroke in asymptomatic women and men. *Stroke.* 2008; 39 (11): 2950-7.
15. Mackay-Lyons MJ, Makrides L. Exercise capacity early after stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002; 83 (12): 1697-702.
16. Macko RF, Katzell LI, Yataco A, Tretter LD, DeSouza CA, Dengel DR, et al. Low-velocity graded treadmill stress testing in hemiparetic stroke patients. *Stroke.* 1997; 28 (5): 988-92.
17. Dobrovolsky CL, Ivey FM, Rogers MA, Sorkin JD, Macko RF. Reliability of treadmill exercise testing in older patients with chronic hemiparetic stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2003; 84 (9): 1308-12.
18. Souza AC, Magalhães LC, Teixeira-Salmela LF. Adaptação transcultural e análise das propriedades psicométricas da versão brasileira do perfil de atividade humana. *Cad Saúde Pública.* 2006; 22 (12): 2623-36.
19. Maki T, Quagliato EMAB, Cacho EWA, Paz LPS, Nascimento NH, Inoe MME, et al. Estudo de confiabilidade da aplicação da escala de Fugl-Meyer no Brasil. *Rev bras fisioter.* 2006; 10 (2): 177-83.
20. Miyamoto ST, Lombardi Junior I, Berg KO, Ramos LR, Natour J. Brazilian version of the Berg balance scale. *Braz J Med Biol Res.* 2004; 37 (9): 1411-21.
21. Salbach NM, Mayo NE, Higgins J, Ahmed S, Finch LE, Richards CL. Responsiveness and predictability of gait speed and other disability measures in acute stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001; 82 (9): 1204-12.
22. Pohl PS, Duncan PW, Perera S, Liu W, Lai SM, Studenski S, et al. Influence of stroke-related impairments on performance in 6-minute walk test. *J Rehabil Res Dev.* 2002; 39 (4): 439-44.
23. Andrade J, Brito FS, Bellini A, Simão AF, Herdy A, Angelin FJ, et al. Sociedade Brasileira de Cardiologia. II Diretrizes sobre teste ergométrico. *Arq Bras Cardiol.* 2002; 78 (supl. 2): 1-18.
24. Sun XG, Hansen JM, Garatachea N, Storer TW, Wasserman K. Ventilatory efficiency during exercise in healthy subjects. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002; 166 (11): 1443-8.
25. Bohannon RW. Comfortable and maximum walking speed of adults aged 20-79 years: reference values and determinants. *Age Ageing.* 1997; 26 (1): 15-9.
26. Silva OB, Saraiva LCR, Sobral Filho DC. Teste ergométrico em crianças e adolescentes: maior tolerância ao esforço com o protocolo em rampa. *Arq Bras Cardiol.* 2007; 89 (6): 391-7.
27. Mol VJ, Baker CA. Activity intolerance in the geriatric stroke patient. *Rehabil Nurs.* 1991; 16 (6): 337-43.
28. Choi-Kwon S, Han SW, Kwon SU, Kim JS. Poststroke fatigue: characteristics and related factors. *Cerebrovasc Dis.* 2005; 19 (2): 84-90.
29. Kelly JO, Kilbreath SL, Davis GM, Zeman B, Raymond J. Cardiorespiratory fitness and walking ability in subacute stroke patients. *Arch Phys Med Rehabil.* 2003; 84 (12): 1780-5.
30. Ryan AS, Dobrovolsky CL, Silver KH, Smith GV, Macko RF. Cardiovascular fitness after stroke: role of muscle mass and gait severity. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* 2000; 9 (4): 185-91.
31. Kwolek A, Zuber A. Gait characteristics in hemiparetic patients after stroke. *Neurol Neurochir Pol.* 2002; 36 (2): 337-47.
32. Michael KM, Allen JK, Macko RF. Reduced ambulatory activity after stroke: the role of balance, gait, and cardiovascular fitness. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005; 86 (8): 1552-6.
33. Mackey F, Ada L, Heard R, Adams R. Stroke rehabilitation: are highly structured units more conducive to physical activity than less structured units? *Arch Phys Med Rehabil.* 1996; 77 (10): 1066-70.
34. MacKay-Lyons MJ, Makrides L. Cardiovascular stress during a contemporary stroke rehabilitation program: is the intensity adequate to induce a training effect? *Arch Phys Med Rehabil.* 2002; 83 (10): 1378-83.
35. Roth EJ. Heart disease in patients with stroke: incidence, impact, and implications for rehabilitation. Part 1: classification and prevalence. *Arch Phys Med Rehabil.* 1993; 74 (7): 752-60.
36. Oden KE, Kevorkian CG, Levy JK. Rehabilitation of the post-cardiac surgery stroke patient: analysis of cognitive and functional assessment. *Arch Phys Med Rehabil.* 1998; 79 (1): 67-71.
37. Macko RF, Ivey FM, Forrester LW, Hanley D, Sorkin JD, Katzell LI, et al. Treadmill exercise rehabilitation improves ambulatory function and cardiovascular fitness in patients with chronic stroke: a randomized, controlled trial. *Stroke.* 2005; 36 (10): 2206-11.