

# Estudio descriptivo de la primera verticalización postural del paciente crítico sometido a reposo en cama desde la perspectiva del modelo función y disfunción del movimiento humano.

“Descriptive study of the first postural verticalization of the critical adult patient to bed rest from the perspective of The function and dysfunction of human movement model”

Kinesiólogo Ramón Pinochet, Kinesióloga Marisol Salas D., Tesistas Pamela Ibañez y Margarita Silva.  
 Intensivo Quirúrgico Hospital Clínico Pontificia Universidad Católica de Chile.

**Título Abreviado:** Verticalización Postural del Paciente Crítico  
**Información del Artículo**

**Recepción:** 3 de Diciembre de 2022  
**Aceptación:** 20 de Diciembre de 2022

## RESUMEN

**Introducción.** El paciente crítico (PC) por su complejidad pato-mecánica y disfunción del movimiento está sometido a una severa inmovilidad. La verticalización postural (VP) es una prueba funcional que se ha usado durante la Kinesiterapia como estrategia de evaluación, diagnóstica y terapéutica en los procesos de movilización temprana de los PC. Sin embargo, este hito fundamental en la recuperación funcional de esta población requiere una reflexión basada en el modelo función y disfunción del movimiento humano (FDMH). **Objetivo.** Analizar bajo el modelo de FDMH, el impacto de la primera VP en seis minutos (sedestación (S) y bipedestación (B)) sobre el rendimiento motor y los traductores fisiológicos de compensación del PC sometido al reposo en cama (RC) de una unidad de cuidados intensivos (UCI) y como todas estas variables se relacionan. **Metodología.** Se estudió a 29 PC y 11 personas del equipo de salud como grupo control (GC). La VP se realizó en una ventana de estabilidad para los PC. En ambos grupos se evaluó el grado de autonomía para alcanzar, mantener la S y B y volver al reposo. Los resultados se expresaron como promedio y desviación estándar y porcentajes para describir la muestra. Se usó la prueba de suma de rangos de Wilcoxon para las diferencias dentro de los grupos y la prueba U de Mann-Whitney para las diferencias entre grupos. La prueba t de Student para las diferencias dentro de los grupos y entre los grupos. Se consideró un nivel de significancia de  $p < 0,05$ . **Resultados.** El 100% de las pruebas de VP se realizaron en un margen de seguridad. El grupo PC tuvo más tiempo de RC que el GC. El 94% de los PC requirieron diversos niveles de asistencia al realizar la primera S y B. Hubo alteración en la Tolerancia a la Fatiga (TF), siendo significativamente menor en la B que en la S de los PC y menor que el grupo control. El 30 y 53% del total de los sujetos no toleraron los 6 min para la S y B. También encontramos asociación significativa entre la función/disfunción de la TF y el nivel de carga de trabajo (S y B). La B se asoció a mayor disfunción en la TF, a diferencia de la S ( $X^2 = 10,9; n=38; ** p < 0,01$ ). Existió asociación inversa entre el nivel de asistencia y la TF. Los principales traductores que limitaron la prueba para S y B fueron la Sensación Subjetiva de fatiga y Gesto Motor. La mayoría de las variables se relacionaron significativamente durante la prueba de VP. **Conclusiones.** El PC sometido a reposo en la UCI, exhibe un deterioro en la autonomía, fuerza, tolerancia, control motor y SSF en su primera sedestación y bipedestación, que incide en su dignidad como ser humano. La evaluación de los traductores de compensación y sus asociaciones permitieron realizar una movilización temprana y oportuna sin generar daño. **Palabras Claves:** Paciente Crítico Adulto; Verticalización Postural; Sedestación; Bipedestación; Prueba Funcional, Modelo Función y Disfunción del Movimiento Humano.

## SUMMARY

**Introduction.** Due to their pathomechanical complexity and movement dysfunction, the critically ill patient (PC) is subjected to severe immobility. Postural verticalization (VP) is a functional test that has been used during Kinesitherapy as an assessment, diagnostic and therapeutic strategy in early mobilization processes of the PC. However, this fundamental milestone in the functional recovery of this population requires reflection based on the function and dysfunction model of human movement (FDMH). **Objective.** To analyze, using the FDMH model, the impact of the first VP in six minutes (sitting (S) and standing (B)) on motor performance and the physiological translators of compensation of the PC subjected to bed rest (RC) in a care unit (UCI) and how all these variables are related. **Methodology.** 29 PC and 11 people from the health team were studied as a control group (GC). The VP was performed in a stability window for the PCs. In both groups, the degree of autonomy was evaluated to reach, maintain the S and B and return to rest. The results were expressed as mean and standard deviation and percentages to describe the sample. The Wilcoxon rank sum test was used for differences within groups and the Mann-Whitney U test for differences between groups. Student t test for differences within groups and between groups. A significance level of  $p < 0,05$  was considered. **Results.** 100% of the VP tests were carried out within a safety margin. The PC group had a longer RC time than the control group. 94% of the PCs required various levels of assistance when performing the first S and B. There was an alteration in the tolerance to fatigue (TF), being significantly less in the B than in the S of the PCs and less than the control group. 30 and 53% of the total subjects did not tolerate the 6 min for S and B. We also found a significant association between the function/dysfunction of the TF and the level of workload (S and B). B was associated with greater dysfunction in TF, unlike S ( $X^2 = 10,9; n=38; ** p < 0,01$ ). There was an inverse association between the level of assistance and the TF. The main translators that limited the test for S and B were the subjective sensation of fatigue (SSF) and the motor gesture. Most of the variables were significantly related during the VP test. **Conclusions.** The PC subjected to rest in the ICU, exhibits deterioration in autonomy, strength, tolerance, motor control and SSF in his first sitting and standing position, which affects his dignity as a human being. The evaluation of the compensation translators and their associations allowed an early and timely mobilization without causing damage. **Keywords:** Adult Critical Patient; Postural Verticalization; Sitting; Bipedstation; Functional Test, Function Model and Dysfunction of Human Movement.

## Abreviaturas

bipedestación (B)  
 carga de trabajo (CT)  
 carga máxima de trabajo (CMT)  
 disfunción del movimiento (DM)  
 frecuencia cardíaca (FC)  
 frecuencia respiratoria (FR)  
 fuerza (F)  
 Modelo función y disfunción del movimiento humano (MFDMH)  
 gesto motor (GM)  
 grado de autonomía (GA)  
 grupo control (GC)  
 kinesiólogos y Kinesiólogas (K)  
 kinesiterapia (KNT)  
 nivel de asistencia (NA)  
 paciente crítico (PC)  
 patomecánica/o (PM)  
 porcentaje de la FC de Reserva (%FCR)  
 presión Arterial Diastólica (PAD)  
 presión Arterial Sistólica (PAS)  
 prueba en seis minutos (TF6min)  
 prueba funcional (PF)  
 reposo en cama (RC)  
 saturación de pulso de oxígeno (SapO<sub>2</sub>)  
 sedestación (S)  
 seis minutos (6min)  
 sensación subjetiva de fatiga (SSF)  
 unidad de cuidados intensivos (UCI)  
 tolerancia a la fatiga (TF)  
 traductor/es (T)  
 ventilación mecánica (VM)  
 verticalización postural (VP)

## Introducción

*“Las teorías y las explicaciones no son necesarias para el hacer y el pensar si se conserva una práctica determinada; pero tampoco se puede olvidar que las teorías y las explicaciones, aunque innecesarias, son fundamentales cuando las aceptamos, porque al hacerlo nos cambian la práctica, el pensar y el reflexionar”*<sup>1</sup>. De esta manera nos provocaba el premio nacional de ciencias y sabio de la tribu, profesor Humberto Maturana Romesín. Los y las Kinesiólogas (K), estudiosas del movimiento humano, hemos evolucionado y cultivado nuestro hacer, alcanzando importantes grados de desarrollo disciplinar y profesional, que se materializó con la propuesta del Modelo Función Disfunción del Movimiento Humano<sup>2</sup> (MFDMH).

Esta forma de observar la realidad progresivamente a generado una transformación de nuestra práctica, pensar y reflexionar, integrándonos de manera autónoma y colaborativa a un entorno social cambiante. Este desarrollo permitió que los/las K hiciéramos permanencia las 24 horas del día en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) de un hospital público a partir del año 2000. Ese salto significativo permitió estar presentes frente la alta demanda por asistencia Kinesiológica en las UCI del país, por la sindemia de coronavirus. En el año 1998 se desarrolló una Tesis para optar al Grado de Licenciatura en Kinesiología, cuyo título fue “Estudio descriptivo del estrés ortostático en el paciente crítico que está sometido a reposo en cama” y que posteriormente fue publicado como resumen y difundido en los temas libres del XIII Congreso Nacional de Kinesiología<sup>5-6</sup>. Como observadores de ese tiempo, concluimos que el paciente crítico (PC) tuvo un deterioro significativo de las cualidades aeróbicas y anaeróbicas para alcanzar la primera sedestación (S) y bipedestación (B) independiente al tiempo de reposo en cama (RC) (< o > 10 días). No encontramos cambios significativos en las variables fisiológicas. Posteriormente y hasta la actualidad empieza a aparecer bastante información en relación a la disfunción del movimiento, como una complicación prevalente en el PC, tiene sus causas y complejos mecanismos, donde la movilización temprana oportuna y el ejercicio físico aparecen como estrategias fundamentales para mejorar la funcionalidad, la morbimortalidad y disminuir los días de hospitalización<sup>6-15</sup>. La primera verticalización postural (VP) en 6 minutos aparece en nuestra experiencia como una evaluación de un contexto funcional crítico fundamental del ser humano, que integró el rendimiento motor expresado en gesto motor, autonomía, nivel de asistencia (NA), por otra parte, la percepción de esfuerzo a través de la sensación subjetiva de fatiga (SSF) y, por último, el costo fisiológico a través de los traductores de compensación de los sistemas fisiológicos durante la estadía en UCI. Esta mirada integradora no aparece con claridad en los estudios de esta área. Es por eso que como estudiosos del movimiento en constante evolución no quisimos perder la oportunidad de publicar in extenso esta experiencia, ya que consideramos que la VP es un hito fundamental en la recuperación funcional de esta población, que puede aportar al diagnóstico y terapia kinesiológica de la UCI y requiere de una nueva mirada reflexiva bajo el MFDMH<sup>1,2;16;17</sup>. Es así como el propósito de esta investigación fue analizar bajo el MFDMH, el impacto de la primera VP en 6 minutos S y B sobre el rendimiento motriz (fuerza (F), grado de

autonomía/nivel de asistencia (GA/NA y tolerancia a la fatiga (TF)), percepción de esfuerzo a través de la SSF y los traductores fisiológicos de compensación del PC sometido al RC de una UCI y cómo todas estas variables se relacionan.

## Material y Método

### • Sujetos

Este fue un estudio prospectivo descriptivo y correlacional donde se realizaron 38 evaluaciones de VP en 29 PC 15M/14H cuya edad fue de  $57 \pm 19$  años ( $X \pm 1$  DE), y que cumplían los siguientes criterios de inclusión: a) etapa estable de la enfermedad crítica; b) traductores multisistémicos que orientan signos de reserva y recuperación funcional (ventana evaluativa para verticalizar); c) independencia funcional previa hospitalización. Se excluyeron enfermos inestables o alteraciones que limitaran la VP previa y durante la hospitalización. Los pacientes ingresaron a la UCI quirúrgica del Hospital Clínico de la Universidad Católica de Chile entre diciembre de 1997 y abril de 1998 (5 meses) y al estudio de forma aleatoria. Además, se realizaron 22 evaluaciones en 11 adultos sanos, 10M/1H cuya edad fue de  $32 \pm 7$  años ( $X \pm 1$  DE), todos trabajadores de la UCI,

reclutados por conveniencia como grupo control. Las características de los grupos se resumen en la figura 1. Las personas aceptaron participar en el estudio ya que la VP forma parte de los procedimientos evaluativos que se realizan en la UCI, así firmaron el acta de consentimiento informado correspondiente.

### • Prueba de Verticalización Postural (PVP)

La prueba se desglosa de acuerdo al modelo patomecánico de la disfunción del movimiento humano y el contexto funcional crítico<sup>17,18</sup>.

Se evaluaron dos niveles de carga de trabajo para la VP, S y B. En el caso de S fue la primera VP desde el reposo en cama de UCI y para B hubo dos criterios para aplicarla 1) que esta carga de trabajo haya sido precedida de la S en días previos o 2) si hubo buena respuesta en la primera S. Los y las K evaluaron si las personas requerían o no de una asistencia cinética externa para la realización de la carga de trabajo, determinando los perfiles de incorporación, mantención en la postura y regreso al reposo, a través del rendimiento motor anti gravitacional concéntrico, isométrico y/o excéntrico, respectivamente. El evaluador calificó el nivel de asistencia en sin, leve, moderado, o máximo (0,1, 2 o 3 UA.), una o dos personas, de acuerdo a su percepción de esfuerzo. El borde de la cama, el piso y el cuerpo de las y los K son las asistencias mecánicas (torques rotatorios y base de sustentación) para el logro de la S y B. Vendas elásticas se usaron en las piernas y faja abdominal en los pacientes sometidos a cirugía abdominal. 5 y 1 PC recibieron dopamina y levofed respectivamente, para mantener la estabilidad del sistema cardiocirculatorio en condiciones basales. Todos recibieron ventilación mecánica (VM) antes de la PVP (al menos 6 horas). La PVP se realizó en autonomía ventilatoria. Se usó oxigenoterapia con una fracción de oxígeno inspirada ( $FiO_2$ ) suficiente para alcanzar estabilidad del sistema ventilatorio. Ver figura 1. La tolerancia a la fatiga (TF) en S y/o B se midió a través de una prueba en seis minutos (TF6min) como límite máximo. La PVP se suspendió en el caso de la aparición de limitantes subjetivas como mareo, SSF, náuseas, vómitos, pérdida del gesto motor, entre otras, y/o limitantes objetivas como respuesta alterada de la FC, PA, FR y  $SapO_2$  entre otras. Los traductores de compensación a la carga se midieron en reposo, posición supina con una inclinación de la cabeza y tronco  $30^\circ$  sobre la horizontal, durante la prueba minuto a minuto y tres minutos de recuperación posterior a la VP en la postura basal. Los

Figura 1. Características de los grupos

| Parámetro                   | Grupo C         | Grupo PC            |
|-----------------------------|-----------------|---------------------|
| N                           | 11              | 29                  |
| n°P VP                      | 22              | 38                  |
| Edad (años)                 | $32 \pm 7$      | $57 \pm 19^*$       |
| Talla (cm)                  | $163 \pm 15$    | $159 \pm 6$         |
| Peso (Kg)                   | $67 \pm 15$     | $76 \pm 26$         |
| IMC (Kg/cm <sup>2</sup> )   | $27 \pm 5$      | $30 \pm 12$         |
| Actividad Física (%)        | 18              | 26                  |
| Sedentarismo (%)            | 82              | 74                  |
| RC (días)                   | $0,25 \pm 0,04$ | $9 \pm 12$ (1-59)** |
| Independencia funcional (%) | 100             | 100                 |
| Patología Crónica (%)       | 0               | 66                  |
| Intervención quirúrgica (%) | 0               | 69                  |
| Patología médica (%)        | 0               | 31                  |
| n° S                        | 11              | 23                  |
| n° B                        | 11              | 15                  |
| FCMt (latidos/min)          | $188 \pm 7$     | $165 \pm 21^{**}$   |
| $FiO_2$ (%)                 | $21 \pm 0$      | $40 \pm 15^{**}$    |
| $SapO_2$ (%)                | $97 \pm 2$      | $97 \pm 2$          |
| TF S (min)                  | 6               | $5,3 \pm 1,1^{**}$  |
| TF B (min)                  | 6               | $3,9 \pm 2,3^{**}$  |
| NA (%)                      | 0               | $94^{**}$           |

C=control; PC=paciente crítico; n°P= número de pruebas; VP= verticalización postural; IMC= índice de masa corporal; RC= reposo en cama; FCMt= frecuencia cardíaca máxima teórica; S= sedestación; B=bipedestación;  $FiO_2$ = fracción de oxígeno inspirado;  $SapO_2$  = saturación del pulso de oxígeno; TF= tolerancia a la fatiga; NA= nivel de asistencia; hay valores que representan la media aritmética  $\pm$  1DS y otros el porcentaje. \*\*=  $p < 0,01$ . Diferencia significativa entre el grupo PC y C.

traductores fueron: 1) frecuencia cardíaca (FC) y 2) presión arterial sistólica y diastólica (PAS y PD): desde la línea arterial. Desde un monitor Hewlett Packard 783538. 3) Se determinó el porcentaje de FC de reserva (%FCR) utilizado basado en la fórmula de Karvonen<sup>19</sup>: 1. FC máxima teórica (FCMt) = 220-edad; 2. FC de reserva (FCR) = FCMt - FC de reposo; 3. %FCR = [(FC de trabajo - FC de reposo) / FCR] X 100. 4) saturación del pulso de oxígeno (SapO<sub>2</sub>): cuantificada desde un oxímetro de pulso Nellcor N-180. 5) frecuencia respiratoria (FR): medida con un cronómetro durante 30 s. 6) SSF modificada de la escala visual análoga validada en pacientes con cirugía abdominal mayor<sup>20</sup>. Aquí usamos una escala verbal de 0, 1, 2 y 3 puntos, sin, leve, moderada o severa fatiga, respectivamente.

#### • Análisis de datos

Los resultados se expresaron como promedio y desviación estándar y porcentajes para describir la muestra. La significancia estadística se determinó mediante el uso de la prueba de suma de rangos de Wilcoxon para las diferencias dentro de los grupos y la prueba U de Mann-Whitney para las diferencias entre grupos, de las variables cualitativas (nivel de asistencia y fatiga). La prueba t de Student para las diferencias dentro de los grupos y entre los grupos, para muestras pareadas y no pareadas, respectivamente. X<sup>2</sup> se usó para evaluar la asociación entre las variables cualitativas. Todos los análisis estadísticos se realizaron mediante el software GraphPad Prism 5.0® (GraphPad Software, La Jolla, CA, USA). Se consideró un nivel de significancia de p < 0,05.

## Resultados

Los 29 PC que fueron sometidos a las pruebas de VP en su primera vez pudieron realizarla en un margen de seguridad y sin traductores de descompensación descontrolada que pusiera en riesgo la vida de los pacientes críticos.

### • I) Distintas variables patomecánicas durante la VP6min (S y B)

#### - 1 - Características de las Personas

##### A) Edad de los Sujetos

La edad del grupo de PC fue mayor que el grupo con-

trol (57±19 y 32 ±7 años (X±1 DE), p<0,01 (ver figura 1). En S y B la edad tuvo asociación inversa moderada con la FCR (r (n=23,15) = -0,51, -0,67; p<0,05 y 0,01; respectivamente).

##### B) Antropometría de los Sujetos

El peso, la talla y el IMC fue similar en ambos grupos, no encontrando diferencias significativas (ver figura 1). En el grupo de PC el peso en S no alcanzó correlaciones significativas con el resto de las variables, sin embargo, en B hubo asociación directa moderada con la FR0 y FC0 (r (n = 11) = 0,7 y 0,65, p<0,05; respectivamente) e inversa moderada con FCR (r (n= 15) = -0,62, p< 0,05).

La talla en S tuvo asociación directa moderada con la SSF1 y la FR1 (r (n= 8) = 0,74; (n= 14) 0,57, p<0,05, respectivamente) y en B se encontró asociación inversa intensa con la FCR (r (n=10) = -0,75, p<0,05) y directa intensa con la PS 3 (r (n=6) = 0,87, p<0,05). El IMC en S tuvo asociación directa moderada con FR1 (r (n= 14) = 0,57, p<0,05) y PD 3 (r (n=11) = 0,67, p<0,05) y en B tuvo asociación directa moderada con FiO<sub>2</sub> (r (n= 10) = 0,63, p<0,05), directa e intensa con la FR0 (r (n=10) = 0,82, p<0,01), directa moderada con FC0 (r(n=10) = 0,66, p<0,05) y directa moderada con la FC1 (n=10) = 0,64, p<0,05).

##### C) Patologías

El 66% de los PC tenían condiciones crónicas de enfermedad (hipertensión arterial, obesidad, diabetes mellitus, cardiopatía, arritmia cardíaca, limitación crónica al flujo aéreo, entre otras) antes de caer a la UCI. Diversas patologías y diagnósticos médicos tuvieron como causa de su estadía en la UCI. 20 pacientes por intervenciones quirúrgicas y 9 por condiciones médicas (ver figura 1 y 2).

#### - 2 - Tiempo de Reposo en Cama de UCI e Inactividad Física al momento de la VP.

El 74 y 82 % de los PC y grupo control eran sedentarios, sin diferencia significativa en ambos grupos (ver figura 1). El grupo PC previa S tenía 9±12 días (1-59; mínimo-máximo) de reposo en cama y previa B tenían 11±13 días (2-53; mínimo-máximo) sin S y 12±14 días (2-56; mínimo-máximo) sin B. En tanto el grupo control tenía 6 horas (0,25 del día) de reposo en cama.

Figura 2. Diagnóstico médico de los 29 Pacientes Críticos.

|  |
|--|
| AAA roto; bypass femoral izquierdo y aortoiliaco derecho   |
| Abdomen agudo; colangitis; cardiopatía coronaria; colecistectomía y coledocostomía                                   |
| Abdomen agudo por perforación intestinal; aseo quirúrgico; enterograma de colon                                      |
| Abdomen agudo; resección intestinal iliobiliar-intestino delgado; aseo cavidad peritoneal                            |
| Aneurisma Arteria comunicante anterior; clipaje aneurisma  |
| Bocio multinodular; tumor renal; policitemia   |
| Cáncer de endometrio; histerectomía  |
| Clipaje de aneurisma; hemorragia subaracnoidea; aneurisma carotídeo derecho clipado                                  |
| Colectomía Total; SIRS foco pulmonar y abdominal   |
| Deterioro sicoorgánico leve; insuficiencia respiratoria global; hernia atascada                                      |
| Divertículo duodenal operado; aseo peritoneal  |
| Fístula vaginal; resección e ileostomía  |
| Hemicolectomía   |
| Hemorragia digestiva alta; várices esofágicas; úlcera duodenal   |
| Hemorragia subaracnoidea Fisher III,   |
| Hidrocefalia por quiste aracnoideo occipital;iringomegalia; cervicodorsal; resección fosa posterior; instalación DVP |
| Laparatomía exploradora; hemoperitoneo; angina inestable en estudio  |
| Manejo endovascular; hemorragia subaracnoidea  |
| Marcapaso por bloqueo completo AV; LCFA; TACO; AVE parietal izquierdo  |
| Neumotórax izquierdo; videotoracoscopia  |
| Obesidad mórbida; gastroplastia reductiva; biopsia hepática; colecistectomía   |
| Obstrucción intestinal; endoscopia; laparostomía   |
| Pancreatitis   |
| Pancreatitis aguda no biliar grave; SIRS; falla multiorgánica; SDRA; insuficiencia renal                             |
| Pancreatitis necrohemorrágica; SDRA  |
| SDRA; Shock séptico; PTT; depresión  |
| SIRS; coagulopatía   |
| Pancreatitis aguda necrohemorrágica; peritonitis; laparatomía exploradora; traqueostomía                             |
| Tumor de páncreas; pancreatectomía subtotal del cuerpo pancreático   |

AAA: aneurisma aorta abdominal; SIRS: síndrome de inflamación de respuesta sistémica; DVP: derivación ventrículo peritoneal; AV: auriculoventricular; LCFA: limitación crónica al flujo aéreo; TACO: tratamiento anticoagulante; AVE: accidente vascular encefálico; SDRA: síndrome de distrés respiratorio agudo; PTT: púrpura trombocitopénica trombótica.

- 3 - Nivel de asistencia de Oxígeno (FiO<sub>2</sub>)

El 100% de los PC requirieron asistencia suplementaria de oxígeno tanto en S como en B no así el grupo control (ver figura 1).

- 4 - Variables de Rendimiento Motor

A) Grado de Independencia Funcional frente a la primera S y B (NA): Previo al ingreso a UCI todos los PC eran funcionalmente independientes al igual que el grupo control (ver figura 1). Sin embargo, el 94% de los PC requirieron diversos niveles de asistencia (leve (1), moderado (2) y máximo (3); 1 o 2 personas) al realizar la primera S y B tanto en la incorporación, la mantención y el regreso a la cama, autonomía que si estaba presente en la totalidad del grupo control (p<0,01) (figura 1 y 4). Los PC que no toleraban los 6 minutos (6'-) en S requirieron mayor nivel de asistencia para mantener la postura (p<0,01) y en B durante la incorporación, mantención y regreso al reposo en cama, en comparación a los que sí toleraban (6'+) (p<0,05) (fi-

gura 4). Así encontramos asociación significativa entre el grado de asistencia en las distintas etapas de la VP (S y B) y la tolerancia a la fatiga. Los PC 6'- se asociaban a mayor grado de asistencia durante la incorporación, mantención y regreso que los PC 6'+ (X<sup>2</sup>=S=15,03; 87,94; 23,37; B= 77,5; 113,8; 11,9; respectivamente. p< 0,01), así como en el número de personas (1 o 2) que asisten la S y B durante la mantención y regreso (X<sup>2</sup>=S= 3,87. p >0,05; 44,27; 11,06; p< 0,01 respectivamente; B= 0,99; p>0,5; 9,29; 26,93; p< 0,05 respectivamente). (Figura 4).

B) Capacidad de tolerancia a la fatiga (TF) durante las Pruebas de 6 min: El tiempo de tolerancia a la fatiga fue significativamente menor en la B que en la S de los PC, además menor que el grupo control (3,9± 2,3; 5,3±1,1; 6±0 min; p<0,05 y p<0,01, respectivamente). El 30 y 53% del total de los sujetos no toleraron los 6 minutos (6'-) para la S (7 de 23 PC) y B (8 de 15 PC), respectivamente. Los PC con disfunción en la capacidad de TF alcanzaron tiempos de 3,9±0,9 min en S y 2 ±1,4 min en B, siendo esta última carga de trabajo la de peor rendimiento (X±1DE; p<0,01). También encontramos asociación significativa entre la función/disfunción de la TF (6'+ /6'-) y el nivel de carga de trabajo (S y B). La B se asoció a mayor disfunción en la TF, a diferencia de la S (X<sup>2</sup> = 10,9; n=38; \*\* p<0,01). (Ver figura 3). Además, como se presentó anteriormente existió asociación inversa entre el nivel de asistencia y la TF (ver figura 4). Los principales traductores que limitaron la prueba para S fueron: SSF (4), mareo (3), gesto motor (2), respuesta ventilatoria aumentada (1), desaturación (1), náuseas (1), sudor (1) y adormecimiento en las extremidades inferiores (1). Para la B fueron: SSF (7), gesto motor (5), HTA (2), respuesta ventilatoria aumentada (1); res-

Figura 3. Relación de la Tolerancia a la Fatiga (TF) durante la sedestación (S) y bipedestación (B) en 6 min.

| Parámetro    | PC 6'+    | PC 6'-    | Total    |
|--------------|-----------|-----------|----------|
| S (n y %)    | 16 (70)++ | 7 (30)++  | 23 (100) |
| Tiempo (min) | 6         | 3,9 ± 0,9 |          |
| B (n y %)    | 7 (47)++  | 8 (53)++  | 15 (100) |
| Tiempo (min) | 6         | 2 ± 1,4   |          |
| Total        | 23 (117)  | 15 (83)   | 38 (200) |

Distribución de la muestra de acuerdo a tolerancia a la fatiga (TF) durante la sedestación (S) y bipedestación (B) en seis minutos (6'min). PC 6'+ = paciente crítico que si toleró los 6 minutos; PC6'- = paciente crítico que no toleró los 6 minutos. n= número de pruebas; %= distribución porcentual de la muestra; ++ p<0,01 diferencia significativa ente el tiempo de tolerancia en B y S en los PC6'-. X<sup>2</sup> = 10,9; n=38; \*\* p<0,01; existió asociación significativa entre la función/disfunción de la TF y el nivel de carga de trabajo (S y B).



Figura 4. Puntaje de los niveles de asistencia requeridos por los pacientes PC durante la S y B.

| NA  | S n=23<br>(6'+n=16/ 6'-n=7) |                      |         |                      |         |                      | B n=15<br>(6'+n=7/ 6'-n=8) |                      |            |                      |            |                      |
|-----|-----------------------------|----------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|----------------------------|----------------------|------------|----------------------|------------|----------------------|
|     | n (%) I                     |                      | n (%) M |                      | n (%) R |                      | n (%) PC I                 |                      | n (%) PC M |                      | n (%) PC R |                      |
|     | PC 6'+                      | PC 6'-               | PC 6'+  | PC 6'-**             | PC 6'+  | PC 6'-               | 6'+                        | 6'-*                 | 6'+        | 6'-*                 | 6'+        | 6'-*                 |
| 0   | 1 (6)                       | 0 (0) <sup>++</sup>  | 6 (38)  | 0 (0) <sup>++</sup>  | 2 (13)  | 0 (0) <sup>++</sup>  | 0 (0)                      | 0 (0) <sup>++</sup>  | 0 (0)      | 0 (0) <sup>++</sup>  | 1 (14)     | 0 (0) <sup>++</sup>  |
| 1   | 5 (31)                      | 1 (14) <sup>++</sup> | 6 (38)  | 1 (14) <sup>++</sup> | 4 (25)  | 1 (14) <sup>++</sup> | 4 (57)                     | 1 (12) <sup>++</sup> | 7 (100)    | 2 (25) <sup>++</sup> | 6 (86)     | 2 (25) <sup>++</sup> |
| 2   | 4 (25)                      | 2 (29) <sup>++</sup> | 4 (25)  | 4 (57) <sup>++</sup> | 7 (44)  | 3 (43) <sup>++</sup> | 3 (43)                     | 3 (38) <sup>++</sup> | 0 (0)      | 2 (25) <sup>++</sup> | 0 (0)      | 4 (50) <sup>++</sup> |
| 3   | 6 (38)                      | 4 (57) <sup>++</sup> | 0 (0)   | 2 (29) <sup>++</sup> | 3 (19)  | 3 (43) <sup>++</sup> | 0 (0)                      | 4 (50) <sup>++</sup> | 0 (0)      | 4 (50) <sup>++</sup> | 0 (0)      | 2 (25) <sup>++</sup> |
| N°P | 6'+                         | 6'-                  | 6'+     | 6'-                  | 6'+     | 6'-                  | 6'+                        | 6'-                  | 6'+        | 6'-                  | 6'+        | 6'-                  |
| 0   | 1 (6)                       | 0 (0)                | 6 (38)  | 0 (0) <sup>++</sup>  | 2 (13)  | 0 (0) <sup>++</sup>  | 0 (0)                      | 0 (0)                | 0 (0)      | 0 (0) <sup>+</sup>   | 1 (14)     | 0 (0) <sup>+</sup>   |
| 1   | 11 (69)                     | 5 (71)               | 9 (56)  | 6 (86) <sup>++</sup> | 10 (62) | 5 (71) <sup>++</sup> | 3 (57)                     | 4 (50)               | 6 (79)     | 4 (50) <sup>+</sup>  | 4 (57)     | 4 (50) <sup>+</sup>  |
| 2   | 4 (25)                      | 2 (29)               | 1 (6)   | 1 (14) <sup>++</sup> | 4 (25)  | 2 (29) <sup>++</sup> | 4 (43)                     | 4 (50)               | 1 (29)     | 4 (50) <sup>+</sup>  | 2 (29)     | 4 (50) <sup>+</sup>  |

Distribución de la muestra de acuerdo a tolerancia a la fatiga (TF) y el grado de asistencia (nivel de asistencia (NA): 0 (sin), 1 (leve), 2 (moderada) y 3 (máxima); número de personas (N°P): 1 o 2) durante la sedestación (S) y bipedestación (B) en seis minutos (6' min) y sus distintas fases (incorporación=I, mantención=M y regreso=R). PC 6'+ = paciente crítico que si toleró los 6 minutos; PC6'- = paciente crítico que no toleró los 6 minutos. n= número de evaluados; %= distribución porcentual de la muestra; \*\*p<0,01 diferencia significativa del NA entre los PC6'- vs PC'+ durante la S en fase de M; \*p<0,05 diferencia significativa del NA entre los PC6'- vs PC6'+ durante la B en sus fases de I, M y R. X²=S=15,03; 87,94; 23,37; B= 77,5; 113,8; 11,9; respectivamente. ++p< 0,01: hubo asociación significativa entre PC 6'-, PC'+ y NA durante la S y B en sus fases de I, M y R, respectivamente. X²=S= 3,87. p>0,05; 44,27; 11,06; ++p< 0,01 respectivamente; B= 0,99; p>0,5; 9,29; 26,93; +p< 0,05 respectivamente: hubo asociación significativa entre PC 6'-, PC'+ y el número de personas (1 o 2) que asisten la S y B durante la mantención y regreso.

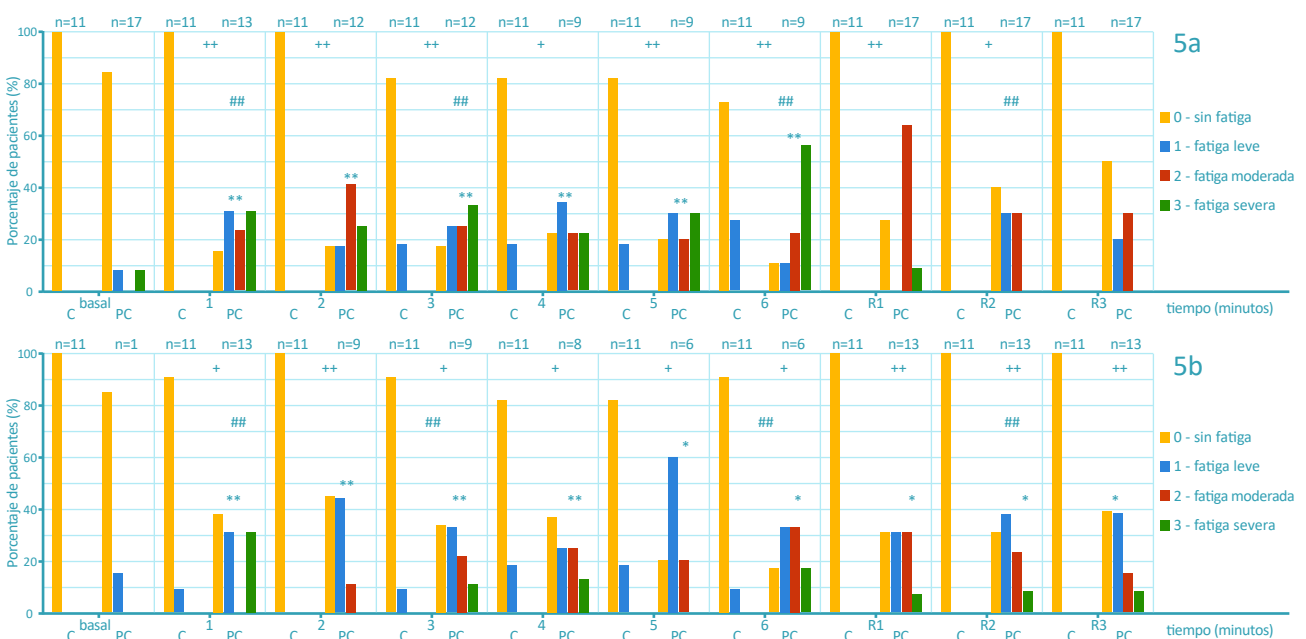
puesta aumentada de la FC (1). La mayoría de los PC expresaron una percepción de fatiga aumentada durante las dos PVP.

- 5 - Percepción de Esfuerzo de la Prueba (Sensación Subjetiva de Fatiga (SSF))

La mayoría de los PC (~60%) experimentaron elevación de la SSF (leve 1, moderada 2 y 3 severa) durante la primera S y B. Esta fue significativa al comparar con el nivel basal y el grupo control. Como se ilustra en la

figura 5 hubo diferencias entre la medición basal y el minuto 1, 2, 3, 4, 5 y 6 en S y 1, 2, 3 y 4 en B (p<0,01); también entre la basal y el minuto 1 de recuperación (R1) en S y el minuto 5, 6, R1, R2 y R3 en B (p<0,05). Al comparar con el grupo control se encuentra diferencias en el minuto 1, 2, 3, 5, 6 y R1 en S y 2, R1, R2 y R3 en B (p<0,01); también en el minuto 4 y R2 en S y 1, 3, 4, 5 y 6 en B (p<0,05). Se observó una asociación directa significativa entre la SSF y todas las fases de la prueba de S y B de los PC (tiempo inicial, intermedio, final y recuperación) (figura 5a y 5b).

Figura 5. Distribución de la sensación subjetiva de fatiga (SSF) durante la prueba de sedestación (S) a) y bipedestación (B) b) en 6 minutos, de los pacientes críticos (PC) y grupo control (C).



\*\*p<0,01: diferencia significativa entre la basal y el minuto 1, 2, 3, 4, 5 y 6 en S y 1, 2, 3 y 4 en B. \*p<0,05 diferencia significativa entre la basal y el minuto 1 de recuperación (R1) en S y el minuto 5, 6, R1, R2 y R3 en B. ++ p<0,01 y +p<0,05 es la diferencia significativa entre C y toda la prueba de S y B de los PC. X²= S = 189, 158 y 63; B= 149, 160 y 24; ## p<0,01. Hubo asociación significativa entre la SSF y el tiempo (inicial, intermedio, final y recuperación) de la prueba de S y B en los PC. n= número de evaluados.

- 6 - Costo Fisiológico durante la S y B

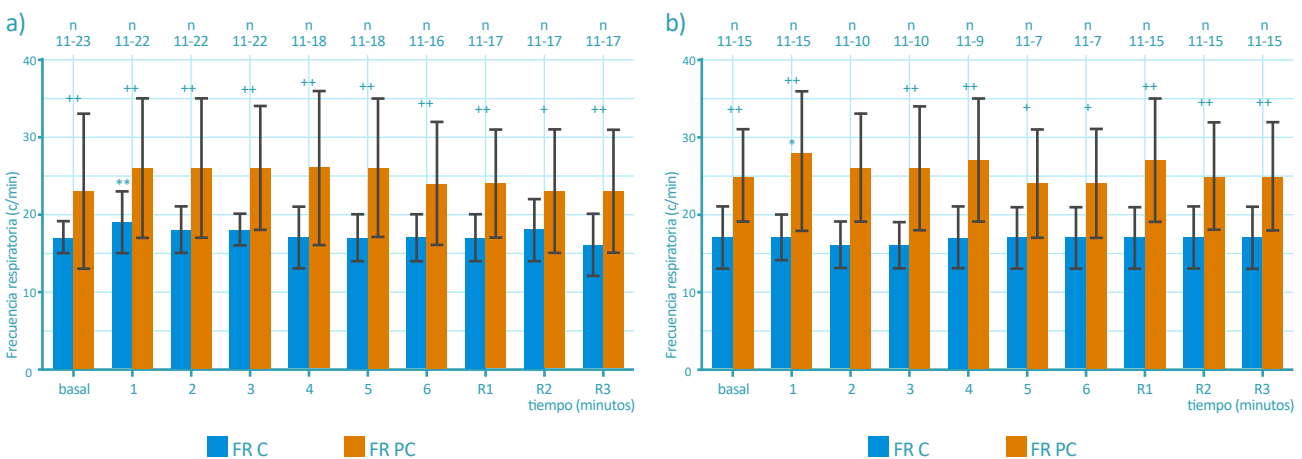
A) Frecuencia Respiratoria (FR)

La FR de los PC fue significativamente más alta que la del grupo control, durante toda la prueba de S y B, tanto al inicio, los 6 minutos de actividad y los 3 de recuperación ( $p < 0,05$  y  $0,01$ ). También se encontró un aumento significativo de la FR promedio solamente al minuto 1 como respuesta a la S en el grupo control ( $p < 0,01$ ) y B en los PC ( $p < 0,05$ ) (figura 6). En tanto si existió variabilidad en la respuesta de la FR durante la prueba de S y B de ambos grupos, caracterizada por la disminución, la mantención o el aumento de la misma, como se observa en la figura 7.

B) Saturación del pulso de oxígeno ( $SapO_2$ )

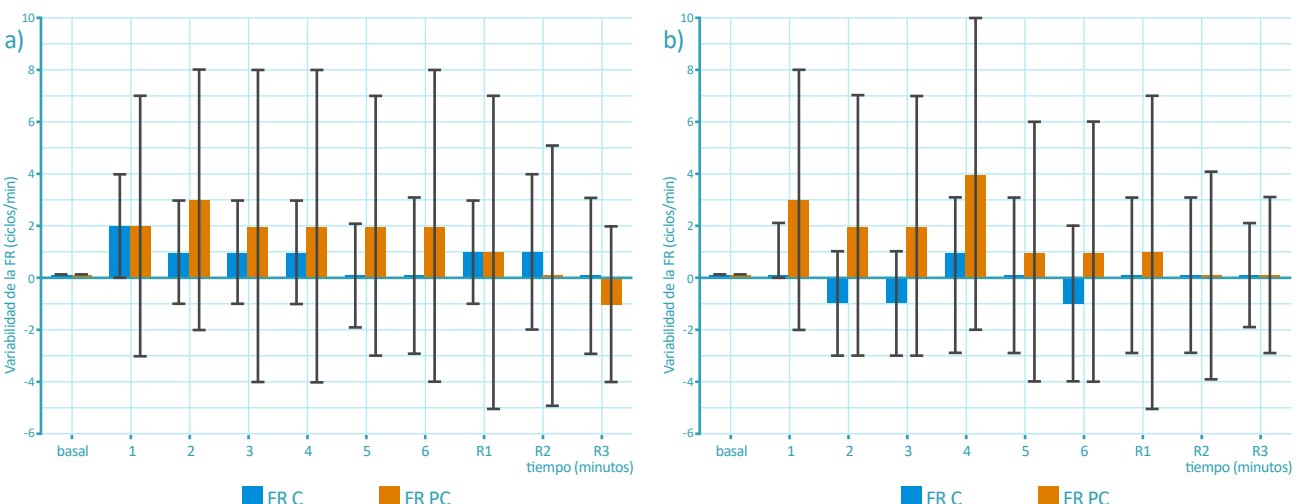
Durante la S hubo una respuesta estable de la  $SapO_2$  promedio en los PC y Control, sin diferencias significativas entre los grupos, en tanto durante la B si hubo un aumento significativo al minuto 1 de la prueba en los control (Control =  $97 \pm 2$  a  $98 \pm 2\%$ ,  $X \pm 1DE$   $p < 0,05$ ), estableciendo una mayor oximetría que los PC en este período (PC =  $96 \pm 2\%$ ,  $p < 0,05$ ). Sin embargo, también se observa un perfil de rendimiento diverso en este traductor con aumento, mantención y descenso de esta variable durante las pruebas de verticalización en 2 puntos porcentuales aproximadamente (figura 8).

Figura 6. Respuesta de la frecuencia respiratoria (FR) durante la prueba de sedestación (S) a) y bipedestación (B) b) en 6 minutos, de los pacientes críticos (PC) y grupo control (C).



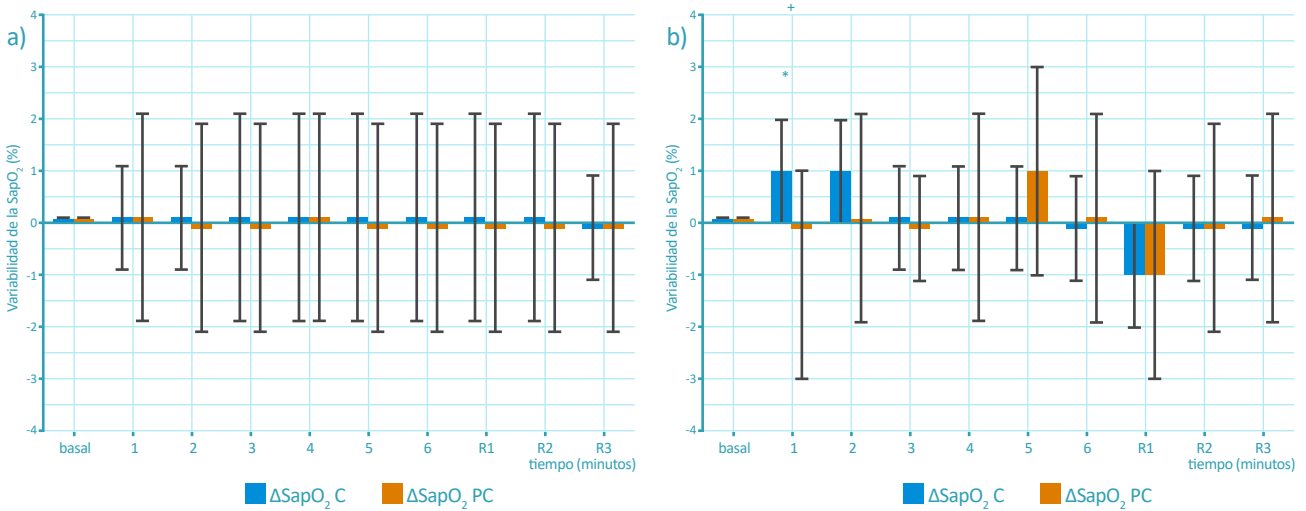
++  $p < 0,01$  y +  $p < 0,05$  es la diferencia significativa entre los PC y C durante toda la prueba en S y B de los PC. \*\*  $p < 0,01$ : diferencia significativa entre la basal y el minuto 1 en S del C; \*  $p < 0,05$ : diferencia significativa entre la basal y el minuto 1 de la B en los PC.

Figura 7. Variabilidad de la frecuencia respiratoria (FR) como respuesta a la prueba de sedestación (S) a) y bipedestación (B) b) en 6' en el grupo control (C) y pacientes críticos (PC).



Cada valor representa la media aritmética  $\pm 1DE$ . Valor negativo (-), 0 y positivo indican la disminución, la mantención o el aumento de la FR durante las pruebas de verticalización postural, respectivamente.

Figura 8. Variabilidad de la Saturación del pulso de oxígeno (SapO<sub>2</sub>) como respuesta a la prueba de sedestación (S) a) y bipedestación (B) b) en 6 minutos en el grupo control (C) y pacientes críticos (PC).



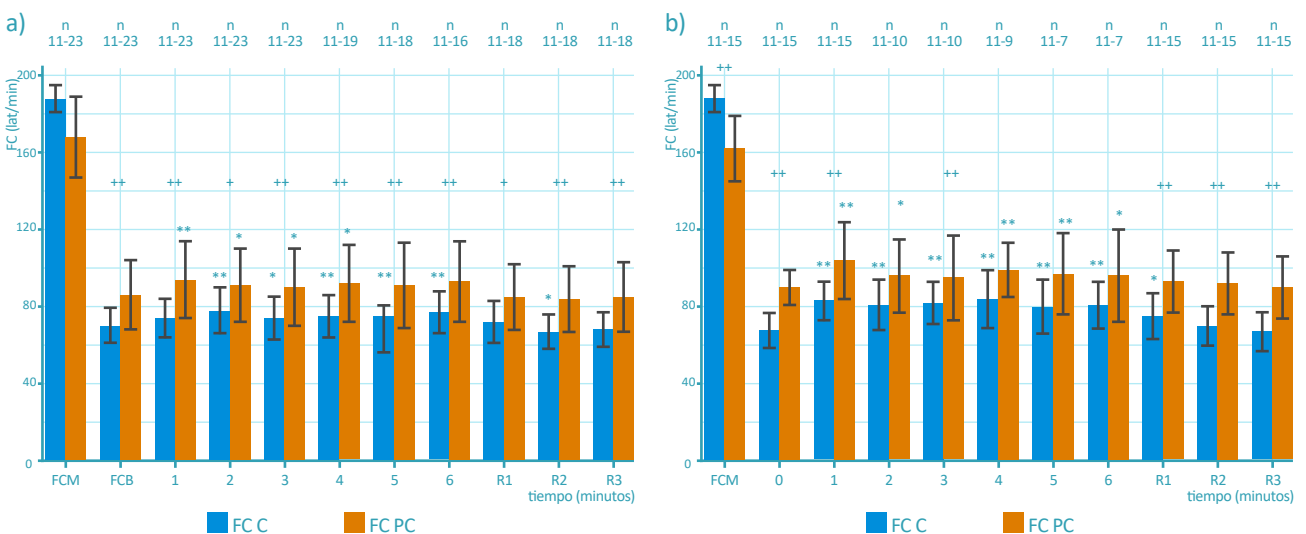
Cada valor representa la media aritmética ± 1DE. Valor negativo (-), 0 y positivo indican la disminución, la mantención o el aumento de la SapO<sub>2</sub> durante las pruebas de verticalización postural, respectivamente. \* = p < 0,05 diferencia entre minuto 1 y basal en el C. + = p < 0,05 diferencia entre PC y C.

C) Frecuencia Cardíaca (FC)

Durante ambas pruebas tanto en el grupo control como en los PC hubo una tendencia al aumento de la FC que se sostuvo durante los 6 minutos con un regreso a las condiciones basales durante los 3 minutos de descanso, con las siguientes particularidades. Este traductor fue significativamente más alto en los PC que en el grupo control en condiciones basales, durante toda la prueba de S, al minuto 1 y 3 de B, y durante los 3 minutos de recuperación (p < 0,05 y 0,01) (ver figura 9 a y b). Cuando el grupo control experimentó S, como res-

puesta se observó que la FC promedio se mantuvo en el primer minuto y aumentó significativamente entre los minutos 2 y 6 de la prueba y descendió en los 3 minutos de descanso, y cuando vivieron la B el aumento fue desde el primer minuto hasta el minuto 1 de recuperación, alcanzando niveles basales en los minutos 2 y 3 de reposo (p < 0,05 y 0,01) (ver figura 9 a y b). En tanto, cuando los PC experimentaron las mismas pruebas, la FC promedio aumentó significativamente entre el minuto 1 y 4 de S y 1, 2, 4, 5 y 6 de B, y descendió a una condición basal en los 3 minutos de descanso (p < 0,05 y 0,01) (Ver Figura 9 a y b).

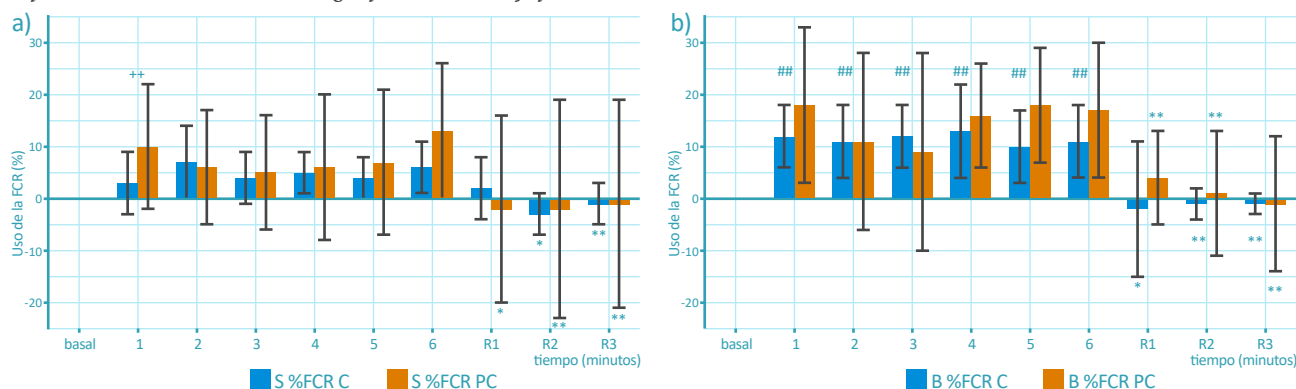
Figura 9. Respuesta de la frecuencia cardíaca (FC) durante la prueba de sedestación (S) a) y bipedestación (B) b) en 6 minutos, de los pacientes críticos (PC) y grupo control (C).



++ p < 0,01 y + p < 0,05 es la diferencia significativa entre los PC y C durante la basal, la respuesta en cada minuto y los tres minutos de recuperación (R1, R2 y R3) en la S y B. \*\* p < 0,01 y \* p < 0,05 es la diferencia significativa entre la FC basal y su respuesta en cada minuto hasta los tres minutos de recuperación (R1, R2 y R3), durante la S y B del C y los PC. n = número de personas evaluadas.



Figura 10. Porcentaje de la frecuencia cardiaca de reserva (%FCR) usada como respuesta a la prueba de sedestación (S) a) y bipedestación (B) b) en 6' en el grupo control (C) y pacientes críticos (PC).



Cada valor representa la media aritmética  $\pm$  1DE. Valor positivo (+), 0 y negativo (-) indican aumento, mantención o disminución de la FC (uso o no uso de la FCR) como respuesta a las pruebas de verticalización postural, respectivamente. ++p<0,01 es la diferencia significativa de la respuesta del %FCR usada en el minuto 1 de S entre el grupo C y PC; ###p<0,01 es la diferencia significativa de la respuesta del %FCR usada durante cada minuto entre la S y B en el grupo control; \*\*p<0,01 y \*p<0,05 es la diferencia significativa del %FCR entre los tiempos de recuperación R1, R2 y R3 y los tiempos de actividad durante la S y B en el grupo C y PC.

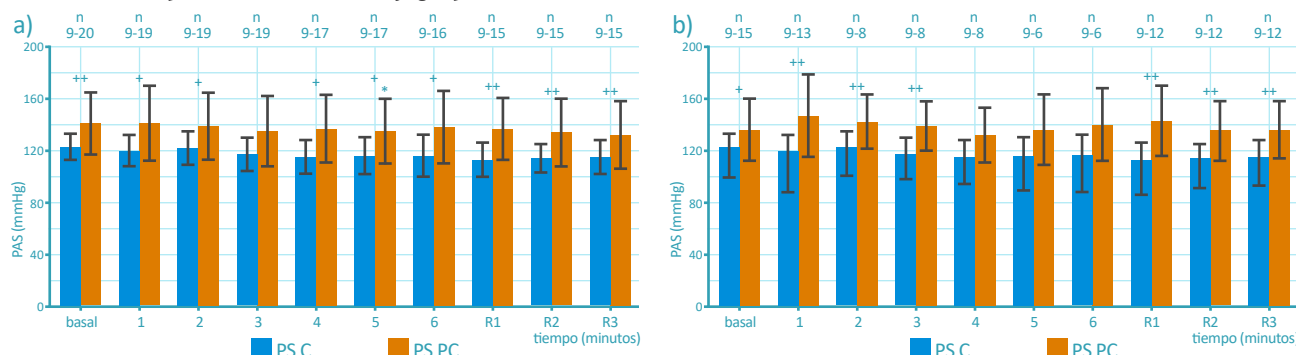
Al evaluar la respuesta de la FC desde la perspectiva de la Frecuencia Cardíaca de Reserva (FCR) teórica encontramos lo siguiente. Los PC tenían una menor FCMT, FCR durante la S y B que el grupo control ( $165 \pm 2$  vs  $188 \pm 71$  lat/min;  $81 \pm 21$  vs  $118 \pm 6$  1lat/min;  $72 \pm 19$  vs  $120 \pm 8$  1lat/min; PC vs C p<0,01, respectivamente) (ver figura 9 a y b). Al realizar las pruebas de verticalización (S y B) ambos grupos tuvieron la tendencia de usar un porcentaje de la FCR (%FCR) minuto a minuto hasta tender hacia la condición basal en los 3 minutos de descanso, que se expresa en aumento del %FCR promedio y una disminución significativa de la misma en los minutos 1, 2 y 3 al comparar con los tiempos de actividad (p<0,05 y p>0,01) (ver figura 10 a y b). También encontramos que al comparar ambos grupos no hubo diferencias significativas en el %FCR usada, excepto al minuto 1 de S, donde los PC usaron un mayor % que el grupo control. Por otra parte, si observamos la dispersión de los datos (DE) en relación al promedio (X), en el grupo control ésta fue baja a excepción del minuto 1 y 3 de S y los 3 minutos de recuperación durante la S y B. En tanto en el

grupo de PC esta dispersión fue mayor durante la S, B y recuperación. Así, la variabilidad de estos rendimientos, nos mostraron que la respuesta de la FC aumentó, se mantuvo o disminuyó en algunos casos, al ser un %FCR positiva, cero o negativa, respectivamente (ver figura 10 a y b). Por último, el %FCR durante la B fue mayor que durante la S en el grupo control (p<0,01), no así en los PC. (Ver figura 10 a y b).

#### D) Presión Arterial Sistólica (PAS)

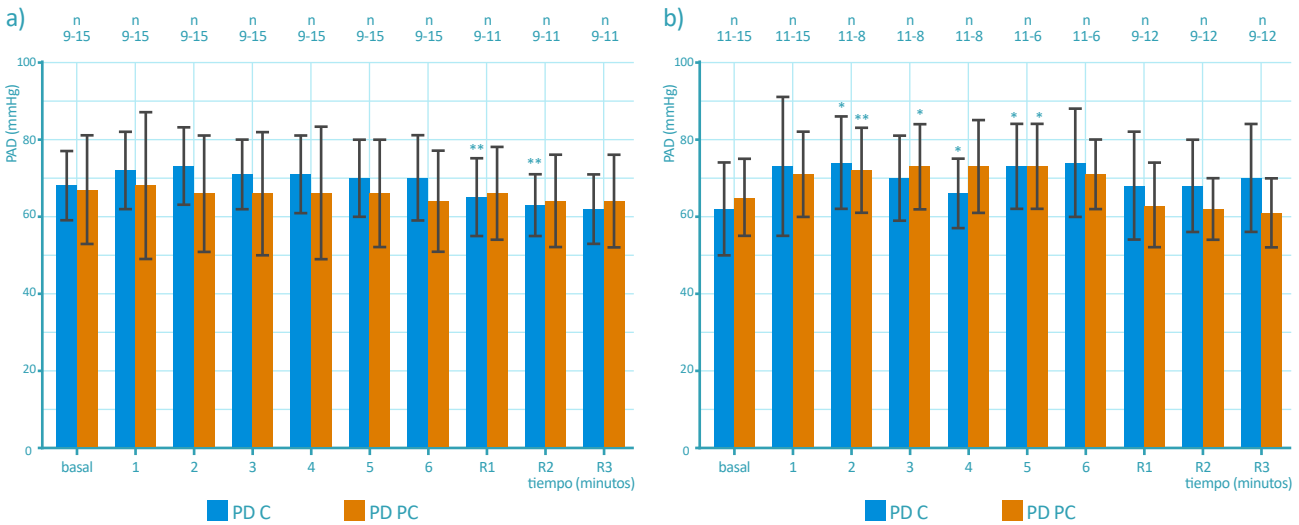
La PAS promedio se sostuvo durante todo el período de la S, B y recuperación en el grupo control, similar rendimiento encontramos en los PC, a excepción del minuto 5 en sedestación que tendió a disminuir significativamente (p<0,05), sin impacto clínico. Al comparar ambos grupos encontramos que la PAS fue más alta en los PC que en el grupo control durante las condiciones basales y recuperación de ambas pruebas de verticalización (p<0,05 y p<0,01), minutos 1, 2, 4, 5, 6 en S y 1, 2, 3 en B. (Ver figura 11 a y b). Fluctuaciones sin impacto clínico significativo.

Figura 11. Respuesta de la presión arterial sistólica (PAS) durante la prueba de sedestación (S) a) y bipedestación (B) b) en 6 minutos, de los pacientes críticos (PC) y grupo control (C).



++ p<0,01 y +p<0,05 es la diferencia significativa entre los PC y C durante la basal, la respuesta en cada minuto y los tres minutos de recuperación (R1, R2 y R3) en la S y B. \*p<0,05 es la diferencia significativa entre la PAS basal y su respuesta en el minuto 5 de la S en los PC. n= número de personas evaluadas.

Figura 12. Respuesta de la presión arterial sistólica (PAD) durante la prueba de sedestación (S) a) y bipedestación (B) b) en 6 minutos, de los pacientes críticos (PC) y grupo control (C).



\*\*p<0,01 y \*p<0,05 es la diferencia significativa entre la PAD basal y su respuesta en la S y B del grupo C y PC. n= número de personas evaluadas.

E) Presión Arterial Diastólica (PAD)

La PAD promedio del grupo control se sostuvo durante toda la S y disminuyó en el minuto 1 y 2 de recuperación (p<0,01), en tanto se mantuvo en los minutos 1, 3 y 6, y aumentó en los minutos 2, 4 y 6 de B (p<0,05), volviendo a la condición basal en los 3 minutos de recuperación. Por otra parte, la PAD de los PC se sostuvo durante toda la S, en tanto durante la B se sostuvo en los minutos 1, 4 y 6, aumentó significativamente en los minutos 2, 3 y 5 (p<0,05 y p<0,01), volviendo a su basal en los 3 minutos siguientes de descanso. Las fluctuaciones de este traductor, no indujo un impacto clínico significativo. No observamos diferencias significativas al comparar la PAD entre el grupo control y PC (Ver figura 12 a y b).

• II) Correlación de las variables patomecánicas de los Pacientes Críticos en las pruebas de Sedestación y Bipedestación.

- 1 - Correlación de las Asistencias Patomecánicas y los Traductores Basales, al minuto 1 y 3 de las pruebas.

A) FiO<sub>2</sub>

Durante la S existió una asociación directa leve con NA (r (n=23) = 0,38, p<0,05), moderada con la FR y FC 0, 1 y 3 (r (n=23, 22 y 23) = 0,57, 0,60 y 0,66; r (n=23) = 0,59, 0,55 y 0,58; p<0,01; respectivamente); y una asociación inversa leve con la FCR (r (23) = -0,43, p<0,05). En B existió asociación directa, moderada, leve e intensa con la FR0, 1 y 3 (r (n=15;15;10)

= 0,67, 0,47, 0,82 p<0,05, 0,05, 0,01; respectivamente), intensa, moderada e intensa con FC0,1 y 3 (r (n=15;15;10) = 0,78, 0,6 y 0,8; p<0,01; respectivamente) y también inversa y moderada con la FCR (r (n=15) = -0,57, p<0,05).

B) NA

Durante la S se asoció en forma directa leve con la FiO<sub>2</sub> (r (n=23) = 0,38, p<0,05). En tanto en B se relacionó en forma directa intensa con la SSF1 (r (n=15) = 0,82, p< 0,01) y moderada con la FR1 (r (n=15) = 0,57, p<0,01).

- 2 - Correlación de los traductores de rendimiento, percepción de esfuerzo y costo fisiológico.

A) Tiempo de Tolerancia

En S se correlacionó de forma inversa y moderada con el NA (r (n =22) = -0,57, p<0,01). En B se asoció de forma inversa moderada con la FCR y FR1 (r (n=15) = -0,54, -0,57, p<0,05, respectivamente), inversa e intensa con el NA y SSF1 (r (n =15 y 13) = -0,86 y -0,74, p<0,01, respectivamente).

B) Correlación de los traductores del costo fisiológico basal y su respuesta al minuto 1 y 3 de la prueba.

(1) FR 0: En S se correlacionó en forma directa e intensa con FR1 y 3 (r (n=22) = 0,86 y 0,79, p<0,01; respectivamente), directa, moderada, débil y moderada con FC0, 1 y 3 (r (n=23) = 0,64, p<0,01;

0,44,  $p < 0,05$ ; y 0,58,  $p < 0,01$ ; respectivamente). En B se asoció en forma directa intensa con FR1 y 3 ( $r$  ( $n=15;10$ ) = 0,73,  $p < 0,01$ ; 0,74,  $p < 0,05$ ; respectivamente), directa intensa, moderada e intensa con FC0, 1 y 3 ( $r$  ( $n=15;15;10$ ) = 0,78,  $p < 0,01$ ; 0,6,  $p < 0,05$ ; 0,81,  $p < 0,05$ ; respectivamente).

(2) SapO<sub>2</sub>0: En S se asoció de forma directa moderada con la SapO<sub>2</sub>1 y 3 ( $r$  ( $n=23$ ) = 0,64 y 0,68,  $p < 0,01$ ). En B se asoció en forma directa, moderada e intensa con la SapO<sub>2</sub>1 y 3 ( $r$  ( $n=15$ ) = 0,69; 0,76;  $p < 0,05$ ; respectivamente) y directa moderada con la FC1 ( $r$  ( $n=15$ ) = 0,54,  $p < 0,05$ ).

(3) FCR: En S se correlacionó de forma inversa moderada e intensa con la SSF1 y 3 ( $r$  ( $n=13;12$ ) = -0,69 y -0,78,  $p < 0,01$ ; respectivamente), inversa moderada con FC0, 1 y 3 ( $r$  ( $n=23;22;23$ ) = -0,65, -0,59 y -0,62;  $p < 0,01$ ; respectivamente) e inversa moderada, leve y moderada con FR 0,1 y 3 ( $r$  ( $n=23;22;22$ ) = -0,52, -0,42 y -0,52,  $p < 0,05$ ; respectivamente). En B se asoció de forma inversa moderada con FC0 ( $r$  ( $n=15$ ) = -0,52,  $p < 0,05$ ).

(4) FC0: en S se asoció de forma directa moderada con la F1 ( $r$  ( $n=13$ ) = 0,67,  $p < 0,05$ ), directa intensa con FC 1 y 3 ( $r$  ( $n=23$ ) = 0,83 y 0,88,  $p < 0,01$ ; respectivamente) y también directa moderada con la FR0, 1 y 3 ( $r$  ( $n=23;22;23$ ) = 0,64,  $p < 0,01$ ; 0,58,  $p < 0,01$ ; 0,52,  $p < 0,05$ ; respectivamente). En B se asoció de forma directa moderada con F1 ( $r$  ( $n=13$ ) = 0,65,  $p < 0,05$ ), directa intensa con FC1 y 3 ( $r$  ( $n=15;10$ ) = 0,75; 0,8;  $p < 0,01$ ; respectivamente) y directa intensa y moderada con FR0, 1 y 3 ( $r$  ( $n=15;15;10$ ) = 0,78,  $p < 0,01$ ; 0,61,  $p < 0,05$ ; 0,65,  $p < 0,05$ ; respectivamente).

(5) PS0: en S se relacionó en forma directa moderada e intensa con la PS 1 y 3 ( $r$  ( $n=15$ ) = 0,74 y 0,81,  $p < 0,01$ ; respectivamente). En B se asoció en forma directa moderada con la PS 1 ( $r$  ( $n=15$ ) = 0,68,  $p < 0,05$ ).

(6) PD0: en S se relacionó en forma directa moderada e intensa con la PD1 y 3 ( $r$  ( $n=19$ ) = 0,74 y 0,79;  $p < 0,01$ ; respectivamente). En B no se encontró una asociación con otras variables.

C) Correlación de los traductores de percepción de esfuerzo y costo fisiológico durante el minuto 1 y 3 de la prueba.

(1) La SSF al minuto 1: En S la SSF1 se asoció en forma

directa moderada con SSF3 ( $r$  ( $n=12$ ) = 0,6,  $p < 0,01$ ), directa, intensa y moderada con la FR1 y FC1 ( $r$  ( $n=10;13$ ) = 0,9,  $p < 0,01$ ; 0,56,  $p < 0,05$ ; respectivamente). En B SSF1 se asoció en forma directa moderada con la FR1 y FC1 ( $r$  ( $n=13$ ) = 0,55 y 0,6;  $p < 0,05$ ; respectivamente).

(2) FR al minuto 1: en S la FR1 se relacionó en forma directa intensa con la FR3 ( $r$  ( $n=22$ ) = 0,94,  $p < 0,01$ ), directa intensa y moderada con la SSF1 y 3 ( $r$  ( $n=10$ ) = 0,9 y 0,83,  $p < 0,01$ ; respectivamente), directa moderada con FC1 ( $r$  ( $n=18$ ) = 0,56,  $p < 0,05$ ). La  $\Delta$ FR 1 como respuesta se relacionó en forma directa intensa con  $\Delta$ FR 3 ( $r$  ( $n=22$ ) = 0,87,  $p < 0,05$ ). En B la FR1 se asoció de forma directa moderada con la SSF1 y FC1 ( $r$  ( $n=13,15$ ) = 0,55 y 0,58,  $p < 0,05$ ; respectivamente). No se correlacionó significativamente con el resto de las variables.

(3) SapO<sub>2</sub> del minuto 1: en S la SapO<sub>2</sub>1 se asoció de forma directa intensa con SapO<sub>2</sub> 3 ( $r$  ( $n=23$ ) = 0,76,  $p < 0,01$ ). En B se relacionó directa moderada con FC1 ( $r$  ( $n=15$ ) = 0,54;  $p < 0,05$ ). No hubo correlación con los otros traductores.

(4) FC al minuto 1: en S la FC1 se asoció de forma directa intensa con la FC 3 ( $r$  ( $n=23$ ) = 0,88,  $p < 0,01$ ), directa moderada con la FR1 y 3 ( $r$  ( $n=22$ ) = 0,52,  $p < 0,05$  y 0,55,  $p < 0,01$ ; respectivamente), directa moderada con la SSF1 ( $r$  ( $n=13$ ) = 0,56,  $p < 0,05$ ). El %FCR1 como respuesta alcanzó una asociación directa moderada con  $\Delta$ FR3 ( $r$  ( $n=22$ ) = 0,64,  $p < 0,01$ ). En B la FC1 se relacionó en forma directa moderada con la FR1 y SapO<sub>2</sub>1 ( $r$  ( $n=15$ ) = 0,58 y 0,54;  $p < 0,05$ , respectivamente). En tanto %FCR1 como respuesta no se relacionó con el resto de las variables.

(5) PS al minuto 1: En S la PS1 se asoció en forma directa intensa con la PS3 ( $r$  = 0,94 ( $n=19$ ),  $p < 0,01$ ), moderada con la PD1 y 3 ( $r$  ( $n=19$ ) = 0,69 y 0,61,  $p < 0,01$ ; respectivamente). El %PS1 como respuesta tuvo asociación directa intensa con %PS3 ( $r$  ( $n=18$ ) = 0,75,  $p < 0,01$ ), moderada con % PD 1 y 3 ( $r$  ( $n=19$ ) = 0,59 y 0,69,  $p < 0,01$ ; respectivamente). En B PS1 se asoció en forma directa intensa con PD1 ( $r$  ( $n=13$ ) = 0,85,  $p < 0,01$ ). El %PS1 como respuesta se asoció directa intensa con %PD1 ( $r$  ( $n=13$ ) = 0,81,  $p < 0,01$ ).

(6) La PD al minuto 1: en S la PD1 se asoció de forma directa intensa con la PD3 ( $r$  ( $n=19$ ) = 0,92,  $p < 0,05$ ) y moderada con PS1 ( $r$  ( $n=19$ ) = 0,69,  $p < 0,01$ ). El

%PD1 como respuesta se relacionó directa intensa con %PD3 ( $r$  ( $n=19$ ) = 0,78,  $p<0,01$ ) y moderada con %PS1 ( $r$  ( $n=19$ ) = 0,59,  $p<0,01$ ). En B la PD1 se asoció de forma directa intensa con PS1 ( $r$ ( $n=13$ ) = 0,81,  $p<0,01$ ) y %PD1 directa e intensamente con %PS1( $n=13$ ) = 0,81,  $p<0,01$ ).

D) Correlación de los traductores de percepción de esfuerzo y costo fisiológico al minuto 3 de la prueba.

(1) SSF al minuto 3: en S la SSF3 se asoció en forma directa moderada con FR3 ( $r$  ( $n=11$ ) = 0,7,  $p<0,05$ ) y en B inversa intensa con %PD3 como respuesta ( $r$  ( $n= 8$ ) = -0,81,  $p<0,01$ ). No hubo correlación con otras variables.

(2) FR al minuto 3: en S la FR3 se asoció en forma directa y moderada con SSF3 ( $r$  ( $n=11$ ) = 0,7,  $p<0,05$ ) y también con la FC3 ( $r$  ( $n=22$ ) = 0,58,  $p<0,01$ ). En B  $\Delta$ FR3 se asoció de forma inversa intensa con %PS3 ( $r$  ( $n=8$ ) = -0,85,  $p<0,01$ ). No hubo correlación con otras variables.

(3) SapO<sub>2</sub> del minuto 3: no alcanzó correlación con otras variables tanto en S como en B.

(4) FC al minuto 3: En S la FC3 se asoció en forma directa moderada con FR3 ( $r$  ( $n=22$ ) = 0,58,  $p<0,01$ ). El % FCR 3 se asoció en forma directa moderada al % PS3, ( $r$  ( $n=19$ ) = 0,57,  $p<0,05$ ). En B no tuvo correlación con otros traductores.

(5) PS al minuto 3: en S la PS3 se asoció en forma directa leve con % PS3 ( $r$  ( $n= 19$ ) = 0,47,  $p<0,05$ ), directa moderada con PD3 ( $r$  ( $n= 19$ ) = 0,55 M,  $p< 0,05$ ). En B se relacionó en forma directa moderada con PD3 ( $r$  ( $n=10$ ) = 0,72,  $p<0,05$ ); %PS3 se asoció de forma directa e intensa con %PD3 e inversa con %FR3 ( $r$  ( $n=8$ ) = 0,79,  $p<0,05$ ; -0,85,  $p<0,01$ ; respectivamente).

(6) PD al minuto 3: en S la PD3 se asoció en forma directa moderada con PS3. En B el %PD3 se asoció de forma inversa intensa SSF3 ( $r$  ( $n= 8$ ) = -0,81,  $p<0,01$ ).

## Discusión

Los resultados del presente estudio demuestran que todos los PC que fueron sometidos a las pruebas de VP en 6 minutos durante su primera levantada de estadia en UCI, la realizaron en márgenes de seguridad y

sin traductores de descompensación descontrolada que pusiera en riesgo sus vidas. Sin embargo, la mayoría presentó disfunción del movimiento, al ser evaluados a través de estas pruebas funcionales y durante una estadia variable de reposo en cama de UCI. El patrón disfuncional fue la pérdida de la autonomía para sedestar y bipedestar, con asistencia graduada por parte del K en los componentes concéntricos, isométricos y excéntricos del gesto motor. Alteración de la TF, ya que no todos los PC alcanzaron los 6 minutos establecidos como meta, limitada principalmente por la SSF y el deterioro del control motor calificado por el/la K que asistía. La respuesta de los sistemas ventilatorio, cardiocirculatorio y músculo esqueléticos estuvo presente, relacionándose entre ellos, y expresándose con menor eficiencia que los sujetos del grupo control. La evaluación de las condiciones basales de todas las variables es un buen predictor del rendimiento posterior. La evaluación de los 3 minutos posteriores a estas cargas de trabajo, permiten conocer la vuelta a la calma, o la elasticidad que tienen los sistemas al servicio del movimiento para recuperar y estar en un nuevo estado de equilibrio (reposo fisiológico). Mover con márgenes de seguridad a un PC desde un período prologado de inactividad física en UCI genera un desbalance que en nuestra experiencia fue controlado, al definir márgenes de seguridad previo a su aplicación, criterios de suspensión de las mismas, evaluación antes, durante y posterior a la carga. De este modo las proyecciones de estos resultados orientan a establecer una dosis de movimiento/ejercicio preciso para mover, así generar adaptaciones que provoca el entrenamiento, sin inducir daño<sup>16</sup>.

La operacionalización del MFDMH permite interpretar estos resultados a través del razonamiento clínico y una síntesis interpretativa de la problemática de los PC, para así ofrecer una solución pertinente desde la acción terapéutica. Este modelo busca la caracterización del movimiento humano según perfiles interrelacionados de acuerdo a dominios de Función/Disfunción, Movimiento Positivo/Movimiento Negativo y Salud/Enfermedad<sup>2-3,21</sup>. Desde esta perspectiva, el análisis nace desde el contexto funcional crítico (CFC) que implica la primera verticalización de un PC, para aproximarnos a su real deterioro en las distintas cualidades del movimiento, a través de la construcción de un marco teórico que nace del análisis patokinesiológico por niveles, conceptos desagregados por el análisis patomecánico (gráficas de balance y desbalance) para finalizar en la síntesis jerarquizada de los problemas y el Diagnóstico Kinesiológico. El CFC es punto clave

de nuestro razonamiento kinésico, el cual es caracterizado por diferentes expresiones de cantidad y calidad de movimiento, que encontrándose asociadas a estados de Salud-Enfermedad, son interdependientes. El CF se entenderá como: “expresión de movimiento que posee una intención, un impulso o un instinto fundamental”<sup>21</sup>.<sup>22</sup>. Estas pruebas funcionales de S y B en 6 minutos son una metodología válida y segura para determinar el CFC de esta población, donde podemos describir tres componentes. 1. Rendimiento, donde se pudo determinar el gesto motor (en sus fases concéntrica, isométrica y excéntrica), el tiempo de tolerancia a la fatiga, y el nivel de asistencia (0-3) para el logro de la S y B. 2. Percepción expresada en la medición de la SSF de las personas durante la prueba con una escala de Borg modificada (0-3), que fueron las principales limitantes para mantener el esfuerzo. 3. Costo Fisiológico, al medir las respuestas del Sistema Ventilatorio (FR y SapO<sub>2</sub>) y Cardiocirculatorio (FC, %FCR, PS y PD), cada minuto y hasta los 3 de recuperación<sup>17</sup>.

**Características propias de los Pacientes:** Considerar la edad de las personas permitió establecer de manera objetiva una reserva fisiológica previa a la aplicación de las cargas de trabajo, a través del cálculo de la FC Máxima Teórica (220-edad) y la FCR teórica que a su vez se calcula considerando la FC basal. Esta mirada es de mucha utilidad, ya que la variabilidad de las edades de los PC, la FC basal que está determinada por el costo energético basal que implica una enfermedad crítica establece diversidad en la reserva fisiológica. En nuestra experiencia se vio reflejada en la menor reserva de los PC que el grupo control, que se explica por la mayor edad de la muestra, FC basal y por la asociación inversa entre la edad y la FCR (fig. 13 y 14 a). Estas variables relacionadas permiten objetivar la reserva fisiológica y rangos de seguridad en la fragilidad de la primera levantada de un PC añoso, a pesar de todo el debate existente en el uso de estas fórmulas<sup>23-26</sup>. Hubo un bajo registro de las características antropométricas de los PC. Sin embargo, encontramos importantes asociaciones con los traductores del rendimiento, percepción de esfuerzo y costo fisiológico de las pruebas de VP. El análisis desde la Patokinesiología y Patomecánica de la primera S/B y sus cualidades de transferencia, tolerancia, eficiencia, eficacia y percepción de esfuerzo para la realización de la Tarea en 6 minutos, se encontró una asociación entre dimensiones a nivel persona de los PC (edad, el peso, la talla y el IMC) que se interpretan como cargas, con las variables a nivel sistémico (FC, FCR, PA y FR), que se expresan como traductores de

compensación frente a éstas. La edad la ubicamos como carga patomecánica frente a las diversas definiciones de envejecimiento, donde el paso del ciclo vital se ve como un proceso: 1) paulatino y gradual de deterioro de la capacidad funcional del organismo, posterior a la madurez, y que a la larga conduce a la muerte del mismo; existe una reducción paulatina de la resiliencia homeostática, es decir, la capacidad de recuperar los parámetros fisiológicos cuando éstos se han alterado<sup>27</sup>. 2) biológico universal, progresivo, irreversible e individual que se caracteriza por un deterioro bioquímico y fisiológico que conduce a la disminución de las capacidades del organismo para adaptarse al ambiente interno y externo. 3) vital del ser humano, durante el cual ocurren modificaciones biológicas, psicológicas y sociales que se manifiesta de diferente manera en cada persona<sup>28</sup>. Se conoce que el peso y la talla generan mayores momentos mecánicos, por las fuerzas que actúan sobre el cuerpo a causa de la fuerza de gravedad (el peso corporal y la fuerza de reacción desde la base de apoyo), apareciendo como cargas compresivas que tienden al colapso (carga = Fuerzas Externas) y por otro lado la acción coordinada del movimiento de varias articulaciones, generadas y controladas por el sistema músculo esquelético y el sistema nervioso. Existe una acción coordinada entre varios grupos musculares, que generan fuerzas que son transmitidas por los huesos y articulaciones (sistema de palancas), para permitir que el individuo mantenga una postura erguida, provocar cambios voluntarios y movimientos controlados del cuerpo. En esta experiencia en S, los músculos que controlan las articulaciones del cuello, el tronco y las extremidades evitan el movimiento que tiende al colapso del cuerpo (músculos cervicales, dorsales, abdominales) y en B (además músculos glúteos, isquiotibiales, cuádriceps, sóleo, tríceps sural y pretibiales), con una función anti gravitacional. El peso del cuerpo es transmitido al piso por las estructuras de apoyo (base de sustentación) y conducido desde el peso de los segmentos corporales individuales superiores (cabeza, extremidades superiores, tronco y extremidades inferiores) por la cadena esquelética formada por los huesos y articulaciones del cuello, tronco y extremidades de apoyo. Una de las principales funciones del sistema musculoesquelético es la transmisión del peso corporal al piso, mientras mantiene la postura erguida, a través de la generación de fuerza por parte de los músculos y la transmisión a través de los sistemas de palancas óseas-articulaciones. En el análisis patomecánico estas son las fuerzas internas, en tanto el peso corporal y las fuerzas de reacción desde las zonas de apoyo son las



fuerzas externas o cargas<sup>29</sup>. La talla y su relación con el sistema cardiocirculatorio, lo explicamos por el efecto que tiene la fuerza de gravedad tanto sobre el sistema vascular arterial y venoso. En la postura vertical, el eje del cuerpo es paralelo a la acción de la fuerza de gravedad, por tanto, las presiones en las regiones altas disminuyen y las dependientes aumentan.

El diferencial de presión hidrostática es dependiente de la diferencia de altura vertical entre una región corporal y otra. Esto se traduce en 2 mmHg por cada 2,5 cm de altura vertical, que en un hombre normal representa alrededor de 140 mmHg desde la cabeza a los pies. Así, con una presión arterial media de 90 mmHg a nivel del corazón, la presión arterial en el cerebro será aproximadamente 25 mmHg más baja ( $90 - 25 = 65$  mmHg) mientras que en el pie 115 mmHg mayor ( $90 + 115 = 205$  mmHg). Un efecto similar se observa en la circulación venosa<sup>30</sup>. Desde el punto de vista del costo energético, se sabe que la mayoría de los PC tienen un hipermetabolismo leve a moderado, que se expresa por un aumento del gasto energético basal (20 Cal/kg de peso) de un 20 a 50%. Este costo es dependiente del peso corporal por un lado y de la composición corporal por otro, ya que si los PC tienen un IMC normal el gasto energético dependerá del peso real, sin embargo, si el IMC es  $>35$  (mayor tejido grasa), o existe una retención hídrica significativa, el costo dependerá del peso aceptable para una determinada talla (IMC=25; peso aceptable 25 multiplicado por la talla<sup>2</sup>)<sup>31</sup>. El consumo de oxígeno ( $VO_2$ ) es un parámetro fisiológico que traduce la cantidad de  $O_2$  que consume el organismo. Es el combustible que permite la transformación de la energía química en mecánica, fenómeno que ocurre a nivel celular. Una persona en reposo consume aproximadamente 3,5 ml de oxígeno por kilogramo de peso total y por minuto (ml/kg/min). Este valor equivale a 1 MET o unidad metabólica. A medida que la persona experimenta aumento progresivo de movimiento, originado por el aumento de la actividad contráctil de la musculatura, aumenta la demanda energética y el consumo de oxígeno. Así los sistemas que están al servicio del movimiento y la ruta del oxígeno también aumentan su actividad, para cubrir esta demanda y además eliminar el  $CO_2$ . Esto induce un aumento en la ventilación (frecuencia respiratoria x volumen corriente) y el débito cardíaco (frecuencia cardíaca x volumen sistólico)<sup>33</sup>. La mecánica ventilatoria del PC en cama se afectó por el peso que ejercen las vísceras sobre el diafragma y pulmones, por la condición quirúrgica abdominal que aumentan

las fuerzas compresivas que generan una disminución de la capacidad residual funcional, aproximación a la capacidad de cierre pulmonar, atelectasias en las regiones dependientes de la gravedad y disminución de la relación ventilación/perfusión, aumentando la hipoxemia, mayor asistencia de oxígeno y frecuencia respiratoria compensatoria<sup>34-36</sup>. Esta experiencia fue una aproximación inicial al posible impacto de la edad y las dimensiones antropométricas sobre la funcionalidad de los PC, que amerita mayor investigación y muestra. Son variables que pueden orientar un pronóstico frente a la posible respuesta a la verticalización, previa movilización.

**Enfermedad:** Los y las K debemos aproximarnos a comprender cómo cada patología afecta los sistemas al servicio del movimiento (cardio-pulmonar; músculo-esquelético; neuromuscular; tegumentario) de forma aguda o crónica, como lo proponen varios autores<sup>21,33,37</sup>. En esta experiencia particular, nos preguntamos cómo estas enfermedades afectaron la capacidad de sentarse al borde de la cama, bipedestar, mantener las posturas verticales y regresar a la cama de forma eficiente, eficaz y autónoma. Es así como la mayoría de los PC se ubican en los ejes de enfermedad (enfermedad crónica (66%), patología aguda quirúrgica (69%) y médica (31%)) con diversidad de combinaciones (ejemplo: caso 1. abdomen agudo, colecistectomía, coledocostomía y cardiopatía coronaria; caso 2. Pancreatitis aguda no biliar grave; SIRS; falla multiorgánica; SDR; insuficiencia renal), movimiento negativo y disfunción, por tanto, en el cuadrante inferior izquierdo del MFDMH a diferencia del grupo control que se encuentran en los ejes de salud, movimiento positivo y función, cuadrante superior derecho del MFDMH<sup>2,3,21</sup>. Las patologías agudas pueden explicar el grado de disfunción del movimiento. En el paciente quirúrgico se ha encontrado alteraciones funcionales en el sistema respiratorio, que desencadena una insuficiencia respiratoria parcial, disfunción diafragmática y neumonía postoperatoria<sup>35</sup>. Además, existe deterioro del rendimiento funcional de la musculatura esquelética a causa del síndrome de fatiga postoperatoria, trauma quirúrgico, respuesta inflamatoria, aumento de la respuesta endocrina-metabólica, disminución de la ingesta nutricional, inmovilidad con aumento de la percepción de esfuerzo (medida por SSF), costo fisiológico (%FCR), disminución de la fuerza y tolerancia muscular frente a la demanda física<sup>38-41</sup>. En las patologías médicas, como el caso de la sepsis y la falla multiorgánica, se ha encontrado debilidad y atrofia muscular en la pri-

mera semana de estadía en UCI, asociado a un aumento de marcadores inflamatorios (Proteína C Reactiva, Factor Necrótico Tumoral Alfa (TNF- $\alpha$ ), interferon- $\gamma$  e Interleucina-1(IL-1)), que aumentan los transcritos génicos de ubiquitina, responsable de las señales de degradación de la proteína contráctil, induciendo un desbalance a nivel molecular que favorece la atrofia, además de la disminución de las señales moleculares que causan la síntesis de las mismas<sup>42, 43</sup>.

**Inactividad Física:** En ambos grupos estudiados se presentó un primer nivel de inactividad física, que es el sedentarismo y con gran prevalencia, similar a los resultados de la Encuesta Nacional de Salud de Chile 2016-2017 (ENS) que reportó 86,7% de “sedentarismo” (frente a la pregunta: usted no practicó deporte en los últimos 30 días, o realizó actividad física fuera de su horario de trabajo, durante 30 minutos o más cada vez, 3 o más veces por semana)<sup>44</sup>. Desde esta perspectiva ambos grupos están en riesgo por la cantidad de movimiento que viven (movimiento negativo)<sup>45</sup>. Un segundo nivel está dado por el reposo en cama, que para el grupo control es un nivel fisiológico para el descanso y para los PC una necesidad para estabilizar la disposición corporal en el espacio, mientras vive el período crítico de la enfermedad. Personas en estado crítico tuvieron tiempos de ventanas variables en reposo en cama para alcanzar la primera S (9 días en promedio (12960 minutos); en un rango entre 1 a 59 días; 1440 a 84960 minutos; mínimo-máximo) y B (12 días en promedio (17280 minutos); en un rango entre 2-53 días; 2880 a 76320 minutos; mínimo - máximo). La unidad de medida en minutos nos da el contexto del tiempo en que los sustratos al servicio de la función antigravitatoria estuvo inactiva, y la primera aproximación fue esta Prueba Funcional Crítica en 6 minutos. Este grado de inactividad física por reposos en cama en el tiempo tuvo un impacto en la capacidad de los PC para verticalizar, generando la pérdida de autonomía, deterioro de la resistencia y fuerza de la musculatura antigravitatoria, pérdida de la eficiencia/eficacia muscular-ventilatoria-cardíaca y fatigabilidad durante la primera VP ya sea S o B. Si bien los rendimientos fueron diversos en esta población, existió un patrón disfuncional que se expresa. En normalidad estos dos niveles de intensidad de movimientos son leves, como lo evaluamos en el grupo control, en el caso de los PC la mayoría de los casos se expresaron como intensidades máximas de movimiento. La diferencia de rendimiento con el grupo control se puede explicar por el grado y nivel de inactividad física (reposo en cama prolongado). Exis-

te bastante evidencia del impacto deletéreo del reposo en cama sobre las personas, que van desde un nivel funcional, multisistémico, órgano, tejido, células hasta llegar a las dimensiones moleculares (mecanismos) y que explican el deteriorado rendimiento durante estas pruebas (análisis patokinesiológico)<sup>46-51</sup>.

**Rendimiento:** La disfunción del rendimiento motor se expresó porque la mayoría (94%) de los PC requirieron asistencia variable para la realización de la primera verticalización, dando cuenta de una pérdida de la autonomía, independencia funcional y fuerza muscular suficiente para realizar esta actividad, que se puede explicar por la debilidad muscular de los grupos musculares responsables que generan los torques antigravitatorios respectivos, en sus componentes concéntricos para la incorporación, isométricos para la mantención y excéntricos para la vuelta al reposo. Frente a la pérdida de autonomía el K usó sus manos, rodillas y pies como puntos de apoyo para transmitir las fuerzas que generaron los torques de asistencia para la ejecución del adecuado acto motor. Así, a mayor asistencia la debilidad muscular era mayor. La graduación de 0 a 3 nos permitió calificar, evaluar, jerarquizar y diagnosticar esta dimensión del movimiento humano, desde una condición normal hasta una disfunción severa, pasando por estadios intermedios. Por otra parte, encontramos el deterioro de la capacidad de tolerancia a la fatiga en un porcentaje significativo de PC que no toleraron los 6 minutos de S y B (30 y 53%), limitada en su mayoría por la SSF, gesto motor y además por una diversidad en el costo fisiológico para la realización de la tarea. Esta se pudo graduar objetivamente con la percepción de asistencia del K, la medición del tiempo de tolerancia, la percepción de esfuerzo y la respuesta multisistémica frente a las cargas de trabajo. La relación encontrada entre nivel de asistencia (graduación 0-3), tolerancia a la fatiga (-/+ ) y nivel de carga de trabajo (S > B) permiten validar objetivamente el nivel de compromiso de la población. Bajo el MFDMH, los PC se ubican en el eje de movimiento negativo, en relación al grupo control que está en el eje de movimiento positivo, donde las diferencias son significativas, personas que verticalizan con asistencia, no toleran 6 minutos de la prueba y con una elevada percepción de esfuerzo y diversidad de la respuesta fisiológica en comparación con personas que la realizan en forma independiente, durante los 6 minutos y con una baja percepción de esfuerzo y respuesta fisiológica. Al evaluar todas estas variables pudimos objetivar distintos grados de disfunción del movimiento. Los que estuvieron en la mejor condición

fueron los PC que realizaron las pruebas sin asistencia, toleraron los 6 minutos y alcanzaron la bipedestación como intensidad máxima de movimiento (movimiento menos negativo). El extremo más severo fueron los PC que requirieron máxima asistencia, baja tolerancia a la fatiga (< 1 minuto) y sedestación como intensidad máxima de movimiento. Y todos los estados intermedios entre ambos extremos. Es probable que los PC más débiles no toleraron los 6 minutos de verticalización, ya que para ellos fue un ejercicio de alta intensidad que se acercó a su capacidad máxima, reclutando los sustratos neuromusculares más anaeróbicos por sobre los aeróbicos, a diferencia de los que si toleraron los 6 minutos de VP. Estos resultados permiten objetivar el nivel de compromiso y diseñar una estrategia de intervención individualizada aplicando los principios del entrenamiento físico<sup>16</sup>. En la actualidad existe bastante información que puede explicar la causalidad de esta disfunción del movimiento. Por ejemplo, la debilidad adquirida en UCI, definida como la debilidad muscular generalizada que ocurre en los músculos respiratorios, extremidades y tronco, durante la estadía en la UCI de los PC y no a causa de la enfermedad aguda que los hizo caer. La causa es compleja, y afecta la estructura y función de músculos y nervios. Es así como se ha descrito la miopatía, la neuropatía y la polineuropatía del PC como causas, que se expresa en la reducción de la funcionalidad, la aparición de tetraplejía y dificultades en la liberación de la VM. La incidencia está entre el 25 y 83% de los PC dependiendo de los grupos investigados. El reposo en cama prolongado, las patologías asociadas a la condición de paciente crítico (sepsis, SIRS, falla orgánica múltiple, hiperglicemia, entre otras), y las condiciones propias de la estadía en UPC (sedación, corticoides, bloqueadores neuromusculares, ventilación mecánica, pérdida de una vigila funcional) son factores de riesgo en la aparición de esta complicación<sup>6, 10-12</sup>. Una de las causas de esta disfunción es la atrofia muscular, que se vincula a la miopatía del paciente crítico. Esta es causada por la pérdida completa del estímulo mecánico de los músculos, como la pérdida de la tensión externa relacionada con la carga de peso (sedestación y bipedestación) y la tensión interna relacionada a la contracción de la célula muscular, que se observa en el PC paralizado farmacológicamente, sedado profundamente, ventilado mecánicamente y en reposo en cama (silencio mecánico). Esta miopatía se caracteriza por pérdida preferencial de miosina y proteínas asociadas a ellas, en músculos del tronco, extremidades y diafragma. Se sabe que la tensión mecánica regula la masa muscular a través del proceso biológico

llamado mecanotransducción. Los músculos sienten la información mecánica e ingresa al interior de la célula como procesos bioquímicos y expresión génica. Las estructuras involucradas son: integrinas, proteínas estructurales del sarcolema, caveolas, proteínas del citoesqueleto, mitocondria y proteínas sarcoméricas que se extienden desde el disco Z hasta la línea M. El músculo esquelético tiene múltiples tipos de mecano-sensores con diversidad de respuesta a los tipos de tensión, dependiendo de la función que realizan (tareas de estabilización postural de las articulaciones, actividades repetitivas de larga duración (caminar y ventilar) y acciones rápidas/potentes (saltar, patear y toser). Esta diversidad de funciones es posible gracias a la diversidad en la organización estructural de las unidades motoras, músculos, células y moléculas. Estos mecano-sensores envían información corriente abajo hacia efectores, o vías de señalización muscular que controlan la síntesis y degradación de proteínas, con una respuesta especializada dependiente del estímulo mecánico que reciban. En el contexto de nuestra experiencia, los PC experimentaron este silencio mecánico que se reactivó en esta primera levantada<sup>8</sup>. En una actualizada revisión sistemática y meta análisis se ha reportado la pérdida aproximada de un 2% por día y 15% en la primera semana de estadía en UCI y una prevalencia de la debilidad en el 50% de los PC. La mayoría de los estudios usaron ecografía muscular para medir el grosor y el área de sección transversal del cuádriceps, recto femoral y bíceps braquial<sup>52</sup>. Existen mecanismos asociados a la síntesis y degradación de proteínas musculares que comienzan a orientar las causas de esta problemática. En estudios longitudinales han determinado que el balance hacia el catabolismo muscular (recto femoral), con la disminución de la síntesis y aumento de la degradación es mayor en la primera semana, y en la falla multiorgánica versus a la falla de un órgano<sup>42</sup>. También se describe que la vía de la ubiquitina-proteasoma y el sistema de autofagia-lisosoma se activan durante este período, lo que conduce a una degradación masiva de las proteínas musculares. Las especies reactivas de oxígeno liberadas después del daño mitocondrial también inducen proteólisis. La vía de señalización agrin-MuSK-Lrp4 se ve afectada durante la función anormal de la unión neuromuscular, induciendo atrofia muscular. Finalmente, los factores inflamatorios pueden causar congestión axonal en las neuronas motoras, lo que resulta en neuropraxia<sup>40, 53</sup>. Es compleja la fisiopatología de la debilidad adquirida en UCI y que está en proceso de constante investigación se puede resumir en : 1. Mecanismo de atrofia muscular por reducción de hormo-

nas anabólicas y aumento de las catabólicas, descarga mecánica por inmovilización/denervación, desbalance hacia la degradación versus la síntesis de proteínas; 2. Alteraciones de la estructura muscular (tejido/biopsia): signos de inflamación, necrosis, infiltración marcada con fibrosis y tejido adiposo (conversión de miofibrillas); 3. Alteraciones en la microcirculación muscular: vasodilatación, incremento en la permeabilidad, extravasación de leucocitos, infiltración tisular, producción local de citoquinas, edema y aumento de la distancia entre los capilares, compromiso de perfusión y aporte de oxígeno a las células. En discusión está el daño de músculos y nervios inducido por el edema y la compresión. La hipoperfusión favorece la injuria neuronal, degeneración axonal y despolarización crónica de la membrana de los axones motores terminales. 4. Falla Bioenergética: Insuficiente aporte de oxígeno puede comprometer la producción de energía mitocondrial; disfunción mitocondrial del PC se explica por el empeoramiento de la utilización del oxígeno por daño mitocondrial directo, inflamación, hiperglicemia y radicales libres. La disfunción mitocondrial compromete la provisión de energía, amplifica la producción de radicales libres, especies reactivas de oxígeno, provocando un círculo vicioso entre daño macromolecular y organelo. 5. Inadecuada activación de autofagia: induce daño en mitocondrias y otros componentes celulares, empeoramiento de la limpieza de estos desechos inducen cambios degenerativos que comprometen la función muscular. 6. Disfunción de membranas y canales iónicos: inactivación de canales de sodio contribuye a la rápida y reversible hipo/in- excitabilidad en las membranas de nervios y músculos de los PC; alteración de la homeostasis del calcio intramuscular que altera la contractilidad muscular en el acoplamiento excitación-contracción. 7. Compromiso del Sistema Nervioso Central: Existe eventos muy tempranos de alteración en los disparos repetitivos coordinados de las neuronas motoras<sup>14</sup>. Por otra parte, se puede agregar al análisis de la intolerancia a la fatiga, la respuesta inflamatoria inducida por la intervención quirúrgica, donde se demostró asociación entre el deterioro en la tolerancia a la fatiga (tolerancia: 50% de la fuerza máxima de prensión palmar o agarre), aumento de la Interleucina 6 y percepción de fatiga hasta el cuarto día postoperatorio<sup>40</sup>. Otro estudio demostró que los PC con sepsis y falla orgánica múltiple disminuyó al doble el contenido mitocondrial, tanto en el vasto lateral como intercostal, al compararlos con un grupo control. Esto se acompañó de más baja actividad enzimática, concentración de ATP, PC, mayor concentración de

Lactato y especies reactivas de oxígeno (superóxido dismutasa) en el vasto lateral. Es probable que esto explique la disfunción que se expresa en estas pruebas funcionales de verticalización postural<sup>54</sup>.

**Percepción de Esfuerzo:** En esta experiencia la SSF cuantificada de 0 a 3 aparece como un Traductor adecuado para medir la percepción del esfuerzo en los PC. Otorgó márgenes de seguridad para la aplicación de estas cargas de trabajo físico (S y B). Para el análisis consideramos las siguientes definiciones de la SSF: 1) Gunnar Borg planteó que es: “la sensación de lo pesado, extenuante y laborioso que es el ejercicio; la sensación desde los órganos de circulación y respiración, desde los músculos, la piel, las articulaciones y la fuerza (Borg, G. (1962)”<sup>55</sup>. 2) “la intensidad subjetiva de esfuerzo, tensión, incomodidad y/o fatiga que se experimenta durante el ejercicio físico” (Noble & Robertson, 1996; American College of Sports Medicine). 3) “la sensación consciente de lo fuerte, pesada y extenuante que es una tarea física”<sup>56</sup>. 4) En línea con la definición de la Oxford Dictionary of Sport Science and Medicine: “esfuerzo invertido en una actividad física”. Como sugieren algunos autores, esta SSF es la percepción consciente de los cambios en los sistemas de control homeostático subconsciente. Esta se deriva de una diferencia temporal entre las representaciones subconscientes de estos sistemas de control homeostático en las redes neuronales que son inducidas por cambios en el nivel de actividad. Estos desajustes son percibidos por las estructuras productoras de conciencia en el cerebro como la sensación de fatiga. En este modelo, la fatiga es una emoción compleja afectada por factores como la motivación, el impulso, la ira, el miedo y el recuerdo de una actividad anterior<sup>57</sup>. Aunque es esencial para una variedad de otros procesos fisiológicos y de percepción, como la regulación cardiorrespiratoria y el sentido de la posición y el movimiento, la retroalimentación aferente de los músculos esqueléticos, el corazón y los pulmones no contribuye significativamente a la percepción del esfuerzo durante el ejercicio, lo que es el conocimiento consciente de los comandos motores centrales a los músculos locomotores y respiratorios. Estudios preliminares de imágenes en humanos, lesiones en animales y psicofarmacológicos tanto en humanos como en animales sugieren que la corteza cingulada anterior, la corteza insular, el tálamo, la dopamina y los opioides endógenos son importantes para la percepción del esfuerzo y la toma de decisiones relacionada, p. ej., desconectarse de una prueba de tiempo hasta el agotamiento. Estudios adicionales sobre el ori-

gen (corteza motora primaria o aguas arriba), las vías neurales y el procesamiento sensorial de las descargas corolarias relacionadas con el esfuerzo percibido están garantizados<sup>58</sup>. La calificación del esfuerzo percibido es una metodología psicofisiológica de medición usadas extensamente en la rehabilitación y deporte, e investigado en el campo científico. A lo largo de los años, el uso tanto de la escala como del mecanismo propuesto por Borg se ha extendido por todo el mundo<sup>55, 56, 59, 60</sup>. En nuestra experiencia usamos una escala verbal modificada de 0 a 3 para calificar el esfuerzo de la S y B minuto a minuto durante estas pruebas funcionales, siendo suficiente y fácil de comprender. En normalidad, la mayoría de las personas no experimentaron percepción de esfuerzo (0 de 3) tanto en S como en la B, sin embargo, para la mayoría de los PC fueron altas, moderadas o leves. Pensamos que esta percepción es una integración de la mente, conciencia, cerebro con el resto de los sistemas al servicio del movimiento (neuromuscular, cardiocirculatorio y ventilatorio), generando una estrategia protectora para evitar un desbalance dañino frente a mayores intensidades de movimiento. Esto lo confirma las correlaciones significativas encontradas entre la SSF y las respuestas de los traductores de compensación (cardiocirculatorio y ventilatorio) en el minuto 1 y 3 de las pruebas (S y B/+FC1+FR1; +FR3, -%PD3; respectivamente). Así los PC que presentaron una SSF severa (3 UA) no estaban en condiciones de pasar a una dosis mayor de movimiento, alcanzando la carga máxima de trabajo o intensidad máxima de movimiento (intensidad y tiempo). Evaluar esta dimensión es relevante para la construcción del diagnóstico kinesiológico de la disfunción del movimiento. El problema se plantea como un deterioro diverso de la eficiencia para realizar la primera verticalización postural, siendo además una limitante para continuar estas cargas de trabajo en el tiempo, sustrato importante para cuantificar la tolerancia a la fatiga durante la S y B. Las diferencias y asociaciones entre la evaluación de la SSF minuto a minuto durante la prueba, dan cuenta que la causalidad de la percepción de esfuerzo es la experiencia de la primera verticalización postural, siendo los períodos basales, iniciales, intermedios, finales y recuperación, tiempos hitos fundamentales en este proceso. En otras palabras, a medida que pasaba el tiempo de la prueba, la SSF era mayor y cuando ésta se suspendía era menor. Tiempos de prueba de 6 minutos o menos es un período suficiente para detectar esta problemática en un rango de seguridad, y los 3 minutos siguientes de suspenderla, adecuados para volver a las condiciones basales (reposo fisiológico). La asociación entre Intensidad

de Movimiento (S y B) y Tiempo de TF encontradas en este estudio nos orientan a que son variables fundamentales para diseñar estrategias seguras de intervención a través del entrenamiento físico y así favorecer la recuperación funcional de esta población. Existe experiencia documentada que evalúan la percepción de esfuerzo en 6 actividades funcionales progresivas (basal, movilización de tobillos, rotación en cama, S, B, transferencia desde B a una silla, 60 segundos de caminata), con la escala de Borg modificada de 0 a 10 en un PC con VM prolongada ( $20 \pm 15$ , min-máx. 6 a 75 días), entre los 3 y 7 días de extubación. En los estudios demostraron que la SSF fue beneficiosa para evaluar la percepción de esfuerzo durante la realización de las pruebas de ejercicio progresivo y su evolución en el tiempo, ya que su tendencia fue hacia la mejoría otorgando signos objetivos de adaptación y recuperación (mayor intensidad de movimiento a una menor percepción de esfuerzo). En nuestra experiencia encontramos un perfil inicial similar frente a la primera S y B, con aumento de la SSF, sin embargo, nosotros valoramos un tiempo establecido de carga de trabajo (6 minutos)<sup>61, 62</sup>. Existen otras experiencias que demuestran el beneficio de medir la percepción de esfuerzo, ya que ha permitido evaluar los efectos beneficiosos del entrenamiento físico, donde éste produjo un aumento en la carga máxima de trabajo y tiempo de ejercicio, disminución significativa de la SSF, D, FC, lactato sanguíneo y calidad de vida. La intensidad del entrenamiento se relacionó con la mejoría en el lactato sanguíneo y SSF, y ésta a su vez con la capacidad de caminar (Test de Marcha en 6 minutos), en tanto, la duración del ejercicio se relacionó con la reducción de la disnea<sup>63, 64</sup>. En otra experiencia donde se evaluó un protocolo de atención kinésica en portadores de obesidad mórbida sometidos a bypass gástrico a través de pruebas funcionales de S, B y Marcha en 6 Minutos realizadas a partir de las 20, 25 y 30 horas postoperatorias, respectivamente. Los autores encontraron que la SSF junto a la respuesta de la FC (%FCR) fueron las variables más sensibles frente a estas cargas de trabajo y permitieron establecer una adecuada estrategia terapéutica para favorecer la progresión de la recuperación funcional de este grupo de pacientes<sup>39</sup>. En el caso de nuestra experiencia tenemos la valoración inicial de la SSF frente a estas cargas de trabajo como pilar fundamental en la reconstrucción de la funcionalidad. En este estudio no hicimos la diferenciación entre la percepción de fatiga y disnea, una práctica poco frecuente en la UCI<sup>65</sup> y que consideramos relevante, al igual como se realizó en la población con EPOC<sup>63</sup>. Una de las causas probables de la elevada



SSF se podrían explicar por la cirugía mayor que induce fatiga postoperatoria, elevación de la respuesta endocrina-metabólica, alterada respuesta de la FC al ejercicio, inflamación, inadecuada ingesta nutricional e inmovilización<sup>38, 40</sup>. También todos los factores descritos anteriormente que se asocian a la estadía en UCI alterando la percepción de esfuerzo.

**La respuesta de los traductores fisiológicos:** La postura erguida “activa” es un estado normal y “fisiológico” para el ser humano. La fuerza gravitacional actúa directamente sobre la circulación arterial y venosa e indirectamente a través de la mecánica diafragmática y presiones intraabdominales transmitidas en el pulmón, son importantes para determinar la respuesta cardiorespiratoria neta al cambio en la posición del cuerpo. En la persona activa normal existe una respuesta compensatoria homeostática que mantiene rangos fisiológicos normales. En estados de enfermedad, después de la inactividad física en cama prolongada y en presencia de fármacos, esta respuesta puede estar atenuada<sup>34</sup>. El sistema respiratorio y cardiocirculatorio son fundamentales en el movimiento, porque su rol fundamental es entregar el oxígeno desde la atmósfera a los músculos esqueléticos activos, y en este estudio los responsables de la acción antigravitatoria, tanto en la S y B. En esta vía hay múltiples pasos de las células y tejidos que se activan metabólicamente. Una alteración en uno de estas etapas resultará en una inadecuada entrega de oxígeno. Los y las K debemos comprender e identificar el mecanismo responsable de esta alteración, para establecer una estrategia óptima para favorecer la recuperación. Por eso es fundamental el monitoreo y la observación minuciosa y personalizada de las respuestas multisistémicas antes, durante y después de la primera verticalización de cada PC, para detectar los principales problemas, diagnosticar y establecer una estrategia de intervención (entrenamiento físico)<sup>33, 66, 16</sup>. La FR es un traductor cinemático compensatorio de los movimientos ventilatorios que responde a las demandas metabólicas del organismo (aumento del consumo de O<sub>2</sub> y producción de CO<sub>2</sub> nivel celular). En el caso de los PC, estuvo aumentada durante toda la prueba en relación al grupo control, expresando el aumento de la demanda metabólica por la patología crítica, la insuficiencia respiratoria compensada por el aporte de O<sub>2</sub> suplementario y el aumento del consumo de oxígeno al reclutar la actividad contráctil de la musculatura antigravitatoria al servicio de la sedestación y bipedestación. Existió variabilidad en la respuesta en ambas cargas de trabajo, donde el minuto 1 de la B alcanzó la expresión menos

eficiente. La diversidad en la expresión debiera analizarse de acuerdo al perfil patomecánico de cada caso en particular (perfil restrictivo, obstructivo, secretor y debilidad de la musculatura ventilatoria). La SapO<sub>2</sub> alcanzó disminución significativa en el minuto 1 de la B al comparar con el C, sin embargo, no fue clínicamente relevante. El perfil de aumento, disminución o estabilidad dependerá del proceso patokinesiológico y patomecánico de la ruta del O<sub>2</sub> en cada caso. Si existe aumento, la verticalización incrementará la capacidad residual funcional, el reclutamiento alveolar y la mejoría de la relación V/Q en las zonas dependientes de la gravedad, mejorando así la captación de O<sub>2</sub> y la llegada a los tejidos (perfil restrictivo postoperatorio). Por el contrario, si disminuye, la compensación ventilatoria es insuficiente frente al aumento de la demanda (fibrosis pulmonar, neumonía, entre otros casos)<sup>33-35</sup>. La respuesta ventilatoria aumentada por la FR y disminución de la SaPO<sub>2</sub> limitará la prueba de tolerancia en pocos casos (2 PC). En otros mejoró el rendimiento al facilitar el desplazamiento de secreciones bronquiales, mejorar la capacidad para autopermeabilizar la vía aérea y expandir atelectasias basales durante esta primera verticalización, como se demostró en un caso clínico de falla respiratoria aguda en el 2000<sup>67</sup>. En tanto la FC es un traductor cinético/cinemático del sistema cardiocirculatorio para compensar el aumento del costo metabólico (consumo de oxígeno) causado por la enfermedad crítica y la verticalización postural desde el reposo en cama. Por eso la respuesta durante la VP fue más alta en los PC que en el grupo C, y una demora más lenta para llegar a los valores basales (3 vs 1 min). Signos de desadaptación física con deterioro de la eficiencia cardíaca a la VP. Ambos grupos usaron un porcentaje de la FCR, que está en una magnitud de intensidad muy leve-leve, para ambas cargas de trabajo (entre un 2 y un 32 % de la FCR). También se observó que la B tiene un mayor costo fisiológico que la S en el grupo control, que se equipara en los PC, probablemente por el costo energético que implica la enfermedad. Existieron respuestas inadecuadas que tendieron a la disminución de la FC en algunos PC, que se podría explicar por el deterioro de los mecanismos baro reflejos que están al servicio de la activación del sistema simpático (aumentar la FC y resistencia vascular periférica) para compensar la disminución del volumen sanguíneo central, débito cardíaco y volumen sistólico, por la acción de la fuerza de gravedad durante la VP<sup>46</sup>. Tanto la PAS como la PAD son traductores cinéticos que explican la hemodinamia al servicio del movimiento. La PAS estuvo más alta en los PC que en el control, durante la

VP, siguiendo la tendencia del resto de los traductores. En ambos grupos se mantuvo la PAS durante el tiempo de la prueba, dando cuenta de la adecuada respuesta frente a la VP. La PD aumentó en ambos grupos como respuesta compensatoria a la VP, que se puede explicar como respuesta del sistema baro reflejo que aumenta la resistencia vascular periférica a través de vasoconstricción. De esta manera pudieron mantener la circulación a nivel cerebral evitando la intolerancia ortostática<sup>30, 46</sup>. El análisis detallado de cada variable es un paso que aporta al razonamiento clínico, y la integración de ellas es otro nivel que va aumentando la complejidad. El rendimiento motor, expresado en la S y B (cargas de trabajo de intensidad progresiva), el grado de autonomía (magnitud de asistencia), tolerancia en 6 minutos, asistencia de FIO<sub>2</sub>, percepción de esfuerzo y costo fisiológico como respuesta compensatoria (ventilatoria y cardiocirculatoria) se encuentran asociadas significativamente. Desde la perspectiva de la balanza patomecánica la mayor dosis de asistencia en el caso del oxígeno ubicó a los PC en una condición de mayor disfunción del movimiento para alcanzar la estabilidad en reposo. Así, el sistema cardio-ventilatorio se expresa con menor eficiencia tanto en reposo como al realizar la S y B en el tiempo (tiempos 0, 1 y 3 de la FR y FC/FCR, respectivamente). En cuanto a la magnitud de asistencia realizada por el K y categorizada de 0 a 3, también se relacionó directamente con la dosis de FiO<sub>2</sub> en S, que se puede explicar por la mayor disfunción del movimiento de los PC que requieren mayor FiO<sub>2</sub>, que se expresa en mayor debilidad y pérdida de la autonomía para alcanzar este primer nivel de carga de trabajo. Así la FiO<sub>2</sub> basal se transforma en una variable fundamental para el/la K antes de aplicar las cargas de trabajo por el factor pronóstico en cuanto al rendimiento de la eficiencia cardioventilatoria y grado de autonomía de los PC. En tanto durante la B, el siguiente nivel de carga de trabajo, el NA se relacionó de manera importante a la percepción subjetiva de fatiga ( $r= 0,82$ ), con la escala de Borg modificada de 0 a 3, al minuto 1 de la B, tiempo donde empieza a expresarse la fatiga y comienza a fallar el control motor. Las posibles causas es el deterioro de la dimensión aeróbica al servicio de la tolerancia a la fatiga en las estructuras anti gravitacionales de la musculatura esquelética, que se ven afectadas por la inactividad física severa vivida por los PC y la condición de crítica. También se explica por la debilidad adquirida en UCI. El cerebro es informado objetivamente del esfuerzo físico, que el PC lo puede categorizar de 0 a 3. También se asoció con la pérdida de eficiencia ventilatoria a través del aumento de la FR desde el minuto 1.

La tolerancia a la fatiga (traductor aeróbico de rendimiento), se relacionó inversamente con el nivel de asistencia del/la K en S y B ( $r= -0,57$  y  $-0,86$ ), y con la SSF en B ( $-0,74$ ). El PC a estos niveles alcanzaba la intensidad máxima de movimiento, con máxima asistencia y elevada SSF manteniendo por menor tiempo la carga de trabajo. También encontramos como los traductores de costo fisiológico basal (reposo en cama) se asocian significativamente con la respuesta multisistémica durante la aplicación de la S y B en el tiempo. Estableciendo un pilar importante en la probable respuesta previa VP. Ejemplo: la FCR se asoció inversamente con la SSF al minuto 3 de la S ( $-0,78$ ). En tanto todas las variables tuvieron una tendencia a relacionarse durante ambas pruebas, a través del análisis patokinesiológico de los sustratos que están al servicio del movimiento humano<sup>33</sup>. En el estudio de Troncoso y Col, controlaron todas las variables multisistémicas para progresar la demanda física progresiva desde un reposo en cama más acotado. Siendo para ellos %FCR y la SSF los traductores más sensibles para avanzar con seguridad en el contexto de posoperatorio de cirugía gástrica para obesos mórbidos<sup>39</sup>. La experiencia de Roos y Col, evaluaron la respuesta multisistémica además de la SSF, en PC post VM prolongada. La respuesta cardiorrespiratoria y SSF estuvo aumentada durante las pruebas, y fueron mejorando al pasar el tiempo, no encontrando asociación entre las variables objetivas y subjetivas<sup>62</sup>. En otro estudio se establece un protocolo estructurado de movilización en PC, donde se evalúa previamente la reserva cardiorrespiratoria y posteriormente se aplica la movilización que consistía en S y B con la respuesta multisistémica respectiva. Esto permitió movilizar a esta población sin mayor riesgo<sup>68</sup>.

## Proyecciones

Existe la evidencia de cómo se entrenó la capacidad de caminar, en PC con estadía prolongada en UCI, usando la S y B oportuna para lograr recuperar esa función. Aquí encontramos disfunción del movimiento que hay que intervenir para alcanzar el nivel superior de movimiento como es caminar<sup>69</sup>. Revisiones sistemáticas nos muestran que la movilización temprana en UCI es beneficiosa para mejorar el estado funcional del PC, reducir los periodos de estadía en UCI y hospitalaria. Sin embargo, nos falta conocer más los componentes efectivos de la movilización, la intensidad, la duración, la progresión, los efectos adversos, la adherencia y experticia del/la K. cuando interviene<sup>7, 15</sup>. Existen

diversas escalas publicadas para evaluar la funcionalidad de los PC: la Functional Independence Measure (FIM)<sup>69</sup>, Katz Index of Independence in Activities of Daily Living<sup>70</sup>, Barthel Index<sup>71</sup>, Acute Care Index of Function, University of Rochester Acute Care Evaluation, Physical Function ICU Test<sup>72</sup>, Functional Status Score for Intensive Care Unit (FSS-ICU)<sup>73</sup> y Perme ICU Mobility Score<sup>74</sup>. Sin embargo, estos instrumentos no son sensibles a la medición de la movilidad en UCI, a excepción de la escala de Perme, que fue creada por expertos para ser usada en este contexto. Estas escalas son descripciones cualitativas de la funcionalidad, que excluyen dimensiones relevantes del movimiento humano, como es la respuesta multisistémica, percepción de esfuerzo y niveles/tipos de asistencia, como si lo tuvimos integrado en estas pruebas de verticalización, traductores que son fundamentales para diseñar la dosificación del ejercicio, aplicando los principios del entrenamiento físico. A través de esta experiencia pudimos construir un sistema de Evaluación Diagnóstico, Ventana Terapéutica, Entrenamiento y Pronóstico de la recuperación/rehabilitación de la Disfunción del Movimiento del PC. S y B en el tiempo pasan a ser para el/la K Pruebas Funcionales Críticas en la determinación de una Intensidad Máxima de Movimiento, pilar fundamental para la dosificación del ejercicio en procesos de entrenar la recuperación funcional del PC en disfunción. En nuestra experiencia encontramos la base para diseñar estrategias de movilización temprana segura, basado en los principios del entrenamiento, y orientados por el modelo FDMH. A modo de ejemplo y si tomamos el valor promedio de la muestra, encontramos casos cuya intensidad máxima de movimiento fue la bipedestación, con una resistencia a esta carga de 2 minutos limitada por fatiga máxima (3), una respuesta ineficiente del sistema cardio-ventilatorio (FR=30Xmin, %FCR (40%), y asistencia máxima tanto para el componente concéntrico, isométrico y excéntrico de este contexto funcional crítico. El desafío es que mejore la resistencia, percepción de esfuerzo, fuerza, autonomía y eficiencia cardio-ventilatoria frente a bipedestación. Así avanzar a intensidades mayores de movimiento<sup>16</sup>.

## Conclusiones

El PC sometido a reposo en la UCI, exhibe un deterioro en la autonomía, fuerza, tolerancia, control motor y SSF en su primera sedestación y bipedestación, que incide en su dignidad como ser humano, dado que la

verticalización postural es un hito antropológico transversal para la funcionalidad de las personas. La evaluación de los traductores de compensación y sus asociaciones permitieron realizar una movilización precoz y oportuna en este contexto sin generar daño.

## Agradecimiento

A todas las maestras y maestros que han permitido el cultivo de la kinesiología en el área de Unidad de cuidados intensivos. Entre ellos a todo el equipo de salud que día y noche entregan sus vidas con valentía y pasión por las personas sufrientes y frágiles hospitalizadas en la UCI. Con afecto para Loreto Henríquez, Candice Cabid, Sara Brito, Johana Espinoza, Mario Espinoza, Gladys Manríquez, Victor Aragón, Milena Sepúlveda, Edith Uribe, Alfonso Huamani, Nicolas Baeza, Hernan Maureira, Eladio Mancilla, Alejandro Donoso, Pablo Cruces, Edgardo Martínez, Luis Castillo, Guillermo Bugeo, Glen Hernández, Entre Otros/as. Y a nuestros pacientes críticos, que con su ejemplo nos enseñan la inmensa capacidad de levantarnos a pesar de los obstáculos del camino. Con admiración por Marcela Parot, Sebastián Gaona, Claudio Véliz, Margarita Balboa, entre tantos.

## Referencias

1. Maturana, H. (1992). La objetividad. *Un argumento para obligar*. 11.
2. Maureira, H. (2007). Función-disfunción del movimiento humano: un modelo epistemológico de kinesiología. Documentos en Kinesiología. Departamento de Kinesiología, Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Católica del Maule [en prensa]. Talca: Comité Editorial UCM.
3. Maureira, H. (2017). Síntesis de los principales elementos del modelo Función-Disfunción del Movimiento Humano. *REEM*, vol. 4, núm. 1, pp. 7-24.
4. Ibáñez, P y Silva, M. (1998). Tesis de Grado de Licenciado en Kinesiología: Estudio descriptivo del estrés ortostático en el paciente crítico que está sometido a reposo en cama. Universidad Católica del Maule.
5. Pinochet, R, Escobar, Salas, M, Ibáñez, P y Silva, M. (1999). Estudio descriptivo del estrés ortostático en el

- paciente crítico que está sometido a reposo en cama. *Libro resumen del XIII Congreso Nacional de Kinesiología*.
6. Puthuchery, Z., Montgomery, H., Moxham, J., Harridge, S., & Hart, N. (2010). Structure to function: muscle failure in critically ill patients. *The Journal of physiology*, 588(23), 4641-4648.
  7. Stiller, K. (2013). Physiotherapy in intensive care: an updated systematic review. *Chest*, 144(3), 825-847.
  8. Kalamgi, R. C., & Larsson, L. (2016). Mechanical signaling in the pathophysiology of critical illness myopathy. *Frontiers in physiology*, 7, 23.
  9. Thomas, S., Mehrholz, J., Bodechtel, U., & Elsner, B. (2019). Effect of physiotherapy on regaining independent walking in patients with intensive-care-unit-acquired muscle weakness: A cohort study. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 51(10), 797-804.
  10. Jang, M. H., Shin, M. J., & Shin, Y. B. (2019). Pulmonary and physical rehabilitation in critically ill patients. *Acute and critical care*, 34(1), 1-13.
  11. Schefold, J. C., Wollersheim, T., Grunow, J. J., Luedi, M. M., Z'Graggen, W. J., & Weber-Carstens, S. (2020). Muscular weakness and muscle wasting in the critically ill. *Journal of cachexia, sarcopenia and muscle*, 11(6), 1399-1412.
  12. Lima, E. A. D., Rodrigues, G., Peixoto Júnior, A. A., Sena, R. D. S., Viana, S. M. D. N. R., & Mont'Alverne, D. G. B. (2020). Mobility and clinical outcome of patients admitted to an intensive care unit. *Fisioterapia em Movimento*, 33, 1-9.
  13. Wang, W., Xu, C., Ma, X., Zhang, X., & Xie, P. (2020). Intensive care unit-acquired weakness: a review of recent progress with a look toward the future. *Frontiers in medicine*, 7, 559789.
  14. Vanhorebeek, I., Latronico, N., & Van den Berghe, G. (2020). ICU-acquired weakness. *Intensive care medicine*, 46(4), 637-653.
  15. de Queiroz, R. S., Saquetto, M. B., Martinez, B. P., Andrade, E. A., da Silva, P. A. M. P., & Gomes-Neto, M. (2018). Evaluation of the description of active mobilisation protocols for mechanically ventilated patients in the intensive care unit: a systematic review of randomized controlled trials. *Heart & Lung*, 47(3), 253-260.
  16. Pinochet, R. y Moya, F. (2021). Índice Kinésico del Trabajo Ventilatorio, Motor e Intensidad Máxima de Movimiento. Fundamentos y Validez de Constructo para Recuperar la Funcionalidad del Paciente Crítico Adulto desde la Kinesiología Integral y el Modelo Función y Disfunción del Movimiento Humano. Parte 2. *REEM*, 8 (1), 30-40.
  17. Ibarra N., (2018) Experiencia y reflexiones sobre un razonamiento profesional propio desde el caleidoscopio del Modelo Función-Disfunción del Movimiento Humano. *REEM*, 5(2). 53-59.
  18. López, A., Pinochet, R., Crisóstomo, S., Véliz, C. & Escobar, M. (2008). Patokinesiología: un modelo para el estudio de la disfunción del movimiento. *Revista UC Maule*, 34, 57-71.
  19. American College of Sports Medicine (1995). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription, 5th Ed. Baltimore: Williams & Wilkins*, pp. 12-19, 158-168.
  20. Christensen, T., Bendix, T., & Kehlet, H. (1982). Fatigue and cardiorespiratory function following abdominal surgery. Christensen, T., Bendix, T., & Kehlet, H.
  21. Medina, P. Rebolledo, I. y Escobar, M. (2011). Operacionalización del modelo función-disfunción: Un acercamiento hacia la "Pretensión" de la autonomía profesional. *Kinesiología*, 30(3). 46-57.
  22. El movimiento del sistema ventilatorio en la función disfunción humana. Modelo función-disfunción del movimiento humano: consideraciones operacionales para tensionar los espacios del ejercicio académico y de la práctica profesional. Talca: Ediciones Universidad Católica del Maule. Reflexión: contexto del modelo función y disfunción en la especialidad. 31-49.
  23. Revuelta, M. E. G., Pestano, E. U., Martínez, A. S., & Chelala, J. R. A. (2020). FRECUENCIA CARDIACA MÁXIMA. (I). *Revista Cubana de Medicina del Deporte y la Cultura Física*, 8(3).
  24. Robergs, R. A., & Landwehr, R. (2002). La sor-

- pendente Historia de la Ecuación (FC máx.= 220—edad). *An International Electronic Journal*, 5(2), 1-10.
25. American College of Sports Medicine (2006). Guidelines for exercise testing and prescription. 7th edition. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia.
26. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia. Rodríguez, A. D. R. (2011). Ejercicio físico, salud y supuestos en el cálculo de la frecuencia cardíaca máxima estimada. *Revista Electrónica Educare*, 15(1), 79-90.
27. Pérez, V., & Sierra, F. (2009). Biología del envejecimiento. *Revista médica de Chile*, 137(2), 296-302.
28. Rojas Rebolledo, J. M., López Rodríguez del Rey, M. M., & García Viera, M. (2020). La actividad física y envejecimiento exitoso: consideraciones de una relación necesaria. *Conrado*, 16(74), 231-239.
29. Watkins, J. (2010). Structure and function of the musculoskeletal system. *Human Kinetics* 1.
30. Coonan, T. J., & Hope, C. E. (1983). Cardio-respiratory effects of change of body position. *Canadian Anaesthetists' Society Journal*, 30(4), 424-437.
31. Buggedo G, Castillo L, Dougnac A, (2005). Medicina Intensiva. Soporte Nutricional y Metabólico. Santiago. Mediterráneo. 564-565.
32. Chicharro, J. L., & Vaquero, A. F. (2013). Fisiología del ejercicio. *Ed. Médica Panamericana*.
33. Peel, C. (1996). The cardiopulmonary system and movement dysfunction. *Physical therapy*, 76(5), 448-455.
34. Coonan, T. J., & Hope, C. E. (1983). Cardio-respiratory effects of change of body position. *Canadian Anaesthetists' Society Journal*, 30(4), 424-437.
35. Pinochet Urzúa, R. (1997). Kinesiterapia y problemática respiratoria del paciente quirúrgico abdominal. *Kinesiología*, 4-9.
36. Muñoz Cofré, R., Del Sol, M., Medina González, P., Escobar Inostroza, J., Lizana, P. A., Conei, D., & Escobar Cabello, M. (2019). Relación de los índices de masa corporal y cintura-cadera con la capacidad residual funcional pulmonar en niños chilenos obesos versus normopeso: un estudio transversal. *Archivos argentinos de pediatría*, 117(4), 230-236.
37. Sahrman S. (1998). Moving Precisely? Or taking the path of least resistance? Twenty -Ninth Mary Mc-Millan Lecture. *Physical Therapy*; 78 (11); 1208-1218.
38. Christensen, T., & Kehlet, H. (1993). Postoperative fatigue. *World Journal of Surgery*, 17, 220-22.
39. Troncoso G, P., Núñez Villegas, I., & Guzmán Bondiek, S. (2002). Protocolo de atención kinésica en pacientes portadores de obesidad mórbida sometidos a bypass gástrico. *Rev. chil. cir.*, 54(4), 437-443.
40. Bautmans, I., Njemini, R., De Backer, J., De Waele, E., & Mets, T. (2010). Surgery-induced inflammation in relation to age, muscle endurance, and self-perceived fatigue. *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences*, 65(3), 266-273.
41. Jönsson, L. R., Ingelsrud, L. H., Tengberg, L. T., Bandholm, T., Foss, N. B., & Kristensen, M. T. (2018). Physical performance following acute high-risk abdominal surgery: a prospective cohort study. *Canadian Journal of Surgery*, 61(1), 42.
42. Puthuchery, Z. A., Rawal, J., McPhail, M., Connolly, B., Ratnayake, G., Chan, P., ... & Montgomery, H. E. (2013). Acute skeletal muscle wasting in critical illness. *Jama*, 310(15), 1591-1600.
43. Farhan, H., Moreno-Duarte, I., Latronico, N., Zafonte, R., & Eikermann, M. (2016). Acquired muscle weakness in the surgical intensive care unit: nosology, epidemiology, diagnosis, and prevention. *Anesthesiology*, 124(1), 207-234.
44. Departamento de Epidemiología Ministerio de Salud de Chile. Documento presentación primeros resultados. *Tercera Encuesta Nacional de Salud (ENS) 2016-2017*. 2017.
45. Díaz-Martínez, X., Petermann, F., Leiva, A. M., Garrido-Méndez, A., Salas-Bravo, C., Martínez, M. A., ... & Celis-Morales, C. (2018). No cumplir con las recomendaciones de actividad física se asocia a mayores niveles de obesidad, diabetes, hipertensión y síndrome metabólico en población chilena. *Revista médica de Chile*, 146(5), 585-595.



46. Harper, C. M., & Lyles, Y. M. (1988). Physiology and complications of bed rest. *Journal of the American Geriatrics Society*, 36(11), 1047-1054.
47. Adams, G. R., Caiozzo, V. J., & Baldwin, K. M. (2003). Skeletal muscle unweighting: spaceflight and ground-based models. *Journal of applied physiology*, 95(6), 2185-2201.
48. Stuempfle, K. J., & Drury, D. G. (2007). The physiological consequences of bed rest. *Journal of exercise physiology*, 10(3), 959-967.
49. Pavy-Le Traon, A., Heer, M., Narici, M. V., Rittweger, J., & Vernikos, J. (2007). From space to Earth: advances in human physiology from 20 years of bed rest studies (1986–2006). *European journal of applied physiology*, 101, 143-194.
50. Urzúa, R. P., & Andrade, J. L. M. (2008). Señalización molecular en la atrofia muscular por desuso. UC Maule-Revista Académica de la Universidad Católica del Maule, (35).
51. Ploutz-Snyder, L. L., Downs, M., Ryder, J., Hackney, K., Scott, J., Buxton, R., ... & Crowell, B. (2014). Integrated resistance and aerobic exercise protects fitness during bed rest. *Med Sci Sports Exerc*, 46(2), 358-368.
52. Fazzini, B., Märkl, T., Costas, C., Blobner, M., Schaller, S. J., Prowle, J., ... & Wackerhage, H. (2023). The rate and assessment of muscle wasting during critical illness: a systematic review and meta-analysis. *Critical Care*, 27(1), 1-26.
53. Batt, J., Herridge, M. S., & Dos Santos, C. C. (2019). From skeletal muscle weakness to functional outcomes following critical illness: a translational biology perspective. *Thorax*, 74(11), 1091-1098.
54. Fredriksson, K., Hammarqvist, F., Strigard, K., Hulténby, K., Ljungqvist, O., Wernerman, J., & Royackers, O. (2006). Derangements in mitochondrial metabolism in intercostal and leg muscle of critically ill patients with sepsis-induced multiple organ failure. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 291(5), E1044-E1050.
55. Pageaux, B. (2016). Perception of effort in Exercise Science: Definition, measurement and perspectives. *European Journal of Sport Science*, 16(8), 885-894.
56. Marcora, S. M. (2010) Effort: Perception of. In E. B. Goldstein (Ed.), *Encyclopedia of perception* (pp. 380–383). Thousand Oaks, CA: Sage.
57. Gibson, A. S. C., Baden, D. A., Lambert, M. I., Lambert, E. V., Harley, Y. X., Hampson, D., ... & Noakes, T. D. (2003). The conscious perception of the sensation of fatigue. *Sports Medicine*, 33, 167-176.
58. Marcora, S. (2009). Perception of effort during exercise is independent of afferent feedback from skeletal muscles, heart, and lungs. *Journal of applied physiology*, 106(6), 2060-2062.
59. Borg, Gunnar AV. "Psychophysical bases of perceived exertion". *Medicine & science in sports & exercise* (1982).
60. Pereira, G., Souza, D. M. D., Reichert, F. F., & Smirmaul, B. P. C. (2014). Evolution of perceived exertion concepts and mechanisms: a literature review. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 16, 579-587.
61. Roos, R. and Eales, C. J. (2002). Perceived effort of functional activities after a period of mechanical ventilation. *South African Journal of Physiotherapy*, 58(4), 33.
62. Roos, R., Van Aswegen, H., Eales, C.J, and Becker, P. J. (2004). Exercise testing of patients after a period of prolonged mechanical ventilation. *South African Journal of Physiotherapy*, 60(2), 27.
63. Pinochet Urzúa, R., Villafranca, C., Díaz Patiño, O., Leiva, A., Borzone Tassara, G., & Lisboa Basualto, C. (2002). Adaptación a un esquema de entrenamiento físico en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica avanzada. *Rev. chil. enferm. respir*, 18(3), 151-160.
64. Lisboa, C., Villafranca, C., Caiozzi, G., Berrocal, C., Leiva, A., Pinochet, R., ... & Díaz, O. (2001). Calidad de vida en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica e impacto del entrenamiento físico. *Revista médica de Chile*, 129(4), 359-366.
65. Gentzler, E. R., Derry, H., Ouyang, D. J., Lief, L., Berlin, D. A., Xu, C. J., ... & Prigerson, H. G. (2019). Underdetection and undertreatment of dyspnea in critically ill patients. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 199(11), 1377-1384.
66. Muñoz R, Maureira H, Medina G, Pinochet R, Villa-

rroel G, Jalil Y, Santander R, Escobar M, (2017). El movimiento del sistema ventilatorio en la función disfunción humana. Diagnóstico: el desafío de la generación de conocimiento propio. Talca: Ediciones Universidad Católica del Maule. Reflexión: contexto del modelo función y disfunción en la especialidad. 162-176.

67. Wong, W. P. (2000). Physical therapy for a patient in acute respiratory failure. *Physical Therapy*, 80(7), 662-670.

68. Stiller, K., Phillips, A., & Lambert, P. (2004). The safety of mobilisation and its effect on haemodynamic and respiratory status of intensive care patients. *Physiotherapy Theory and Practice*, 20(3), 175-185.

69. Thomas, S., Mehrholz, J., Bodechtel, U., & Elsner, B. (2019). Effect of physiotherapy on regaining independent walking in patients with intensive-care-unit-acquired muscle weakness: A cohort study. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 51(10), 797-804.

70. Katz S, Downs TD, Cash HR, Grotz RC. (1970). Progress in development of the index of ADL. *Gerontologist*. Spring;10(1):20-30.

71. Mahoney FI, Barthel DW. (1965). Functional evaluation: The Barthel Index. *Md State Med J*. Feb; 14:61-5.

72. DiCicco J, Whalen D. (2010). University of Rochester acute care evaluation: Development of a new functional outcome measure for the acute care setting. *J Acute Care Phys Ther.*; 1:14-20.

73. Skinner EH, Berney S, Warrillow S, Denehy L. (2009). Development of a physical function outcome measure (PFIT) and a pilot exercise training protocol for use in intensive care. *Crit Care Resusc*. Jun;11(2):110-5.

74. Perme, C., Nawa, R. K., Winkelman, C., & Masud, F. (2014). A tool to assess mobility status in critically ill patients: the Perme Intensive Care Unit Mobility Score. *Methodist DeBakey cardiovascular journal*, 10(1), 41.

## Correspondencia

Klgo. Prof. Ramón Pinochet Urzúa MK  
Centro de Responsabilidad del Adulto (CRA)  
ramon.pinochet@hurtadohosp.cl