

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE MEDICINA**  
**ESPECIALIZACIÓN EN MEDICINA DE EMERGENCIAS Y DESASTRES**

“Valoración de los resultados primarios y secundarios en relación a la inmovilización con tabla espinal versus colchón de vacío para el transporte de pacientes en el Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre de Quito y el Servicio Pre Hospitalario del Instituto Superior Tecnológico Cruz Roja Ecuatoriana en el periodo octubre 2019 - febrero del 2020.”

**DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**  
**ESPECIALISTA EN MEDICINA DE EMERGENCIAS Y DESASTRES**

**Autores de la disertación**

Benalcázar Véliz María Elena

Serrano Linares Rafael

**Director de Tesis**

Dr. Andrés Herdoíza

**Asesor Metodológico**

Dra. Andrea Manzano

Quito, 2020

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias a Dios por permitirnos terminar nuestra formación en nuestra querida especialidad, a nuestros profesores que nos han brindado sus conocimientos y grandes aportes a nuestra formación.

Un reconocimiento especial al Hospital Padre Carollo que nos abrió sus puertas estos cuatro años, llevamos los mejores recuerdos, aprendizajes.

Y a nuestros tutores de este trabajo de investigación por su paciencia, su tiempo e impulsarnos siempre a ser mejores.

## **DEDICATORIA**

A mis padres por ser mi motor siempre y mi ejemplo  
Mi esposo por ser mi alma gemela, mi fortaleza  
Y mi Martina y Lino Dario por ser luz en mi vida

María Elena Benalcázar Veliz

Seguramente en este instante no deduzcas mis palabras, pero para cuando seas capaz, quiero que te des cuenta de lo que significas para mí. Eres la razón de que me levante cada día esforzarme por el presente y el mañana, eres mi principal motivación, y eres parte de la inspiración de mi labor, como de todos mis logros, en este has estado presente.

Muchas gracias, te amo Hija.

Rafael Serrano Linares

## ÍNDICE

<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>2</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>3</b>
<b>ÍNDICE</b> .....	<b>4</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>10</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>12</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>12</b>
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>15</b>
<b>PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>17</b>
<b>Planteamiento del Problema y Pregunta de Investigación</b> .....	<b>17</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>19</b>
Objetivo General .....	19
Objetivos Específicos .....	19
<b>HIPÓTESIS</b> .....	<b>20</b>
<b>CAPITULO II</b> .....	<b>21</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>21</b>
<b>2.1. Inmovilización espinal en el contexto pre-hospitalario</b> .....	<b>21</b>
<b>2.2. Indicaciones y consideraciones de la inmovilización espinal</b> .....	<b>23</b>
<b>2.3. Dispositivos para inmovilización espinal completa</b> .....	<b>27</b>
2.3.1. Tabla espinal .....	27
2.3.2. Colchón de vacío .....	32
2.3.3. Scoop Stretcher (Camilla Cuchara).....	35
<b>2.4. Evaluación cinemática en dispositivos para la inmovilización completa</b> .....	<b>37</b>
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>40</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>40</b>
<b>3.1. Operacionalización de variables</b> .....	<b>40</b>
<b>3.2. Tipo y Diseño de Investigación</b> .....	<b>46</b>
<b>3.3. Población del Estudio y Muestra Poblacional</b> .....	<b>46</b>
<b>3.4. Criterios de Inclusión</b> .....	<b>48</b>
<b>3.5. Criterios de Exclusión</b> .....	<b>48</b>
<b>3.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Muestra</b> .....	<b>48</b>
<b>3.6.1. Procedimientos para recolección de la información</b> .....	<b>48</b>
3.6.1.1. Recolección y organización de datos.....	48

<b>3.6.2. Procedimientos de diagnóstico e intervención .....</b>	<b>49</b>
3.6.2.1. Evaluación Clínica Observada Estructurada (ECO)E) .....	49
3.6.2.2. Valoración biomecánica .....	50
<i>Traslado de voluntarios desde área de rescate, camilla de transporte a camilla de evaluación final.....</i>	<i>50</i>
<i>Valoración del grado de inclinación .....</i>	<i>51</i>
<i>Valoración de presiones en puntos anatómicos.....</i>	<i>51</i>
<i>Valoración de desplazamientos .....</i>	<i>52</i>
<b>3.7. Aspectos Bioéticos.....</b>	<b>55</b>
3.7.1. Propósito: .....	55
3.7.2. Procedimiento:.....	55
3.7.3. Confidencialidad de la información: .....	56
3.7.4. Consentimiento Informado: .....	56
<b>3.8. Plan de Análisis de Datos.....</b>	<b>56</b>
3.8.1. Estadística descriptiva.....	57
3.8.2. Estadística inferencial .....	58
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>59</b>
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>59</b>
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>87</b>
<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>87</b>
<b>CAPÍTULO VI.....</b>	<b>92</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>92</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>97</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>99</b>
<b>Anexo 4. Consentimiento Informado .....</b>	<b>111</b>

## **LISTA DE TABLAS**

**TABLA 1. CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS DE LOS PARTICIPANTES EN LA EVALUACIÓN FUNCIONAL DEL COLCHÓN DE VACÍO Y TABLA ESPINAL, 2020..... 61**

**TABLA 2. RESULTADOS DE PRE Y POST INTERVENCIÓN SOBRE EL EXAMEN CLÍNICO OBJETIVO ESTRUCTURADO PARA USO DE TABLA ESPINAL Y COLCHÓN DE VACÍO EN SERVICIO PRE HOSPITALARIO DEL INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO CRUZ ROJA ECUATORIANA Y AEROPUERTO INTERNACIONAL MARISCAL SUCRE, 2020 .... 88**

## LISTA DE GRÁFICOS

<i>FIGURA 1. TIPOS DE INMOVILIZACIÓN.....</i>	<i>26</i>
<i>FIGURA 2. TABLA ESPINAL CON SISTEMA DE SUJECIÓN.....</i>	<i>29</i>
<i>FIGURA 3. COLCHÓN DE VACÍO.....</i>	<i>34</i>
<i>FIGURA 4. SCOOP STRETCHER O CAMILLA CUCHARA .....</i>	<i>36</i>
<i>FIGURA 5. GONIÓMETRO – INCLINÓMETRO DIGITAL .....</i>	<i>51</i>
<i>FIGURA 6.. TENSIÓMETRO ANEROIDE RIESTER RI-SAN .....</i>	<i>52</i>
<i>FIGURA 7. ESQUEMA DE VALORACIÓN DE DESPLAZAMIENTOS EN INCLINACIÓN. 53</i>	
<i>FIGURA 8. ESQUEMA DE MEDICIÓN DE LAS POSTURAS ESTÁTICAS DE TRONCO Y CUELLO. ....</i>	<i>54</i>
<i>FIGURA 9. VALORACIÓN DEL DESPLAZAMIENTO CERVICAL .....</i>	<i>54</i>
<i>FIGURA 10. TALLA DE LOS PARTICIPANTES POR SEDE DE VALORACIÓN.....</i>	<i>62</i>
<i>FIGURA 11. ÍNDICE DE MASA CORPORAL DE LOS PARTICIPANTES POR SEDE DE EVALUACIÓN.....</i>	<i>63</i>
<i>FIGURA 12. EVALUACIÓN DE DISCONFORT MEDIANTE PUNTAJE EVA POR DISPOSITIVO DE INMOVILIZACIÓN .....</i>	<i>64</i>
<i>FIGURA 13. TIEMPO DE APARICIÓN DE DISCONFORT SEGÚN DISPOSITIVO DE INMOVILIZACIÓN.....</i>	<i>65</i>
<i>FIGURA 14. PRESIÓN OCCIPITAL EJERCIDA SEGÚN DISPOSITIVO DE INMOVILIZACIÓN.....</i>	<i>64</i>
<i>FIGURA 15. PRESIÓN LUMBAR EJERCIDA SEGÚN DISPOSITIVO DE INMOVILIZACIÓN.....</i>	<i>65</i>
<i>FIGURA 16. PRESIÓN SACROCCÍGEA EJERCIDA SEGÚN DISPOSITIVO DE INMOVILIZACIÓN.....</i>	<i>66</i>
<i>FIGURA 17. DESPLAZAMIENTO DE LA CABEZA A 15° DE INCLINACIÓN SEGÚN DISPOSITIVO .....</i>	<i>67</i>
<i>FIGURA 18. DESPLAZAMIENTO DE LA CABEZA A 35° DE INCLINACIÓN SEGÚN DISPOSITIVO .....</i>	<i>70</i>
<i>FIGURA 19. DESPLAZAMIENTO DE LA CABEZA A 45° DE INCLINACIÓN SEGÚN DISPOSITIVO .....</i>	<i>69</i>
<i>FIGURA 20. DESPLAZAMIENTO DEL TÓRAX A 15° DE INCLINACIÓN SEGÚN DISPOSITIVO .....</i>	<i>70</i>
<i>FIGURA 21. DESPLAZAMIENTO DEL TÓRAX A 35° DE INCLINACIÓN SEGÚN DISPOSITIVO .....</i>	<i>71</i>
<i>FIGURA 22. DESPLAZAMIENTO DEL TÓRAX A 45° DE INCLINACIÓN SEGÚN DISPOSITIVO .....</i>	<i>72</i>
<i>FIGURA 23. DESPLAZAMIENTO DE LA PELVIS A 15° DE INCLINACIÓN SEGÚN DISPOSITIVO .....</i>	<i>73</i>
<i>FIGURA 24. DESPLAZAMIENTO DE LA PELVIS A 35° DE INCLINACIÓN SEGÚN DISPOSITIVO .....</i>	<i>74</i>
<i>FIGURA 25. DESPLAZAMIENTO DE LA PELVIS A 45° DE INCLINACIÓN SEGÚN DISPOSITIVO .....</i>	<i>75</i>
<i>FIGURA 26. FLEXIÓN CERVICAL A 15 GRADOS DE INCLINACIÓN SEGÚN DISPOSITIVO .....</i>	<i>76</i>
<i>FIGURA 27. FLEXIÓN CERVICAL A 35 GRADOS DE INCLINACIÓN SEGÚN DISPOSITIVO .....</i>	<i>79</i>
<i>FIGURA 28. FLEXIÓN CERVICAL A 45 GRADOS DE INCLINACIÓN SEGÚN DISPOSITIVO .....</i>	<i>80</i>

<b>FIGURA 29. LATERALIZACIÓN CERVICAL A 15 GRADOS DE INCLINACIÓN SEGÚN DISPOSITIVO .....</b>	<b>81</b>
<b>FIGURA 30. LATERALIZACIÓN CERVICAL A 35 GRADOS DE INCLINACIÓN SEGÚN DISPOSITIVO .....</b>	<b>80</b>
<b>FIGURA 31. LATERALIZACIÓN CERVICAL A 45 GRADOS DE INCLINACIÓN SEGÚN DISPOSITIVO .....</b>	<b>81</b>
<b>FIGURA 32. FLEXIÓN DEL TRONCO A 15 GRADOS DE INCLINACIÓN SEGÚN DISPOSITIVO .....</b>	<b>82</b>
<b>FIGURA 33. FLEXIÓN DEL TRONCO A 35 GRADOS DE INCLINACIÓN SEGÚN DISPOSITIVO .....</b>	<b>83</b>
<b>FIGURA 34. FLEXIÓN DEL TRONCO A 45 GRADOS DE INCLINACIÓN SEGÚN DISPOSITIVO .....</b>	<b>84</b>

## **LISTA DE ANEXOS**

ANEXO 1. FORMULARIO DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	105
ANEXO 2. CASOS SIMULADOS PARA ECOE .....	107
ANEXO 3. RÚBRICA DE EVALUACIÓN ECOE .....	109
ANEXO 4. CONSENTIMIENTO INFORMADO.....	113

## RESUMEN

**Introducción:** La inmovilización espinal y restricción del movimiento espinal es uno de los procedimientos más aplicados en atención pre-hospitalaria, donde el uso de dispositivos como el colchón de vacío y/o tabla espinal son fundamentales para su ejecución, sin embargo, se ha descrito una serie de eventos adversos con el uso de la tabla espinal por lo cual, el colchón de vacío parece ser un buen dispositivo para su reemplazo. **Objetivo:** Valorar los resultados primarios y secundarios en relación a la inmovilización con tabla espinal versus colchón de vacío para el transporte de pacientes en el Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre de Quito y en el Servicio Pre Hospitalario del Instituto Superior Tecnológico Cruz Roja Ecuatoriana. **Materiales y Métodos:** Estudio descriptivo, observacional, prospectivo de cohortes, en el que se incluyeron a 200 voluntarios sanos (100 del Servicio Pre Hospitalario del Instituto Superior Tecnológico Cruz Roja Ecuatoriana y 100 en el Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre). Se ejecutaron 50 inmovilizaciones con tabla espinal y colchón de vacío en cada una de las sedes. Se realizaron mediciones estáticas y de cinemática por cada uno de los dispositivos para definir las variables biomecánicas. Se aplicaron dos test ECOE (pre y post intervención) para la evaluación de las habilidades y destrezas de los participantes en el uso de cada dispositivo. Las variables cualitativas fueron analizadas con frecuencias relativas y absolutas. Las variables cuantitativas fueron analizadas con medidas de tendencia central y dispersión. Se diseñaron Box-Plots para la presentación de la distribución de los datos en cada una de las mediciones ejecutadas por cada dispositivo. Se aplicó el test T de Student para contraste de medias entre ambos dispositivos. Un valor-p menor a 0.05, fue considerado para establecer diferencias estadísticas. **Resultados:** La media de edad de los participantes fue de 31.5 años (DE±: 9.4) y 36.5 años (DE±: 10.5) en el Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre y del Servicio Pre Hospitalario del Instituto Superior Tecnológico Cruz Roja Ecuatoriana respectivamente. La media en la evaluación EVA para dolor y discomfort fue de 3.46 (DE±: 1.46) con el colchón de vacío y 6.15 (DE±: 1.62) ( $t=-12-273$ ,  $p=0.001$ ). La media de presión occipital el colchón de vacío fue de 28.60 mmHg (DE±: 4.86) y 41.34 mmHg (DE±: 3.39) con la tabla espinal ( $t=-21.462$ ,  $p=0.005$ ). La media de presión lumbar fue de 133.06 mmHg (DE±: 12.36) y 173.28 mmHg (DE±: 17.66) con la tabla espinal ( $t=-18-653$ ,  $p=0.001$ ). La media de presión sacra fue de 162.88 mmHg (DE±: 14.16) con el colchón de vacío y 186.04 mmHg (DE±: 21.79) con tabla espinal ( $t=-8.911$ ,  $p=0.003$ ). El desplazamiento medio de la cabeza a 35° de inclinación fue de 3.08 cm (DE±: 0.56) con el colchón de vacío y 4.18 cm (DE±: 2.50) con la tabla espinal ( $t=-4.307$ ,  $p=0.001$ ). La media de desplazamiento del tórax a 35° de inclinación fue de 3.67 cm (DE±: 0.62) con el colchón de vacío y 4.57 cm (DE±: 1.77) con la tabla espinal ( $t=-4.808$ ,  $p=0.001$ ). La media de desplazamiento de la pelvis a 35° de inclinación fue de 3.72 cm (DE±: 0.65) con el colchón de vacío y de 6.21 cm (DE±: 0.47) con la tabla espinal ( $t=-30.956$ ,  $p=0.003$ ). La media de flexión cervical a 35° de inclinación fue de 22.55° (DE±: 2.89) con el colchón de vacío y de 24.84° (DE±: 3.05) con la tabla espinal ( $t=-5.459$ ,  $p=0.001$ ). La media de flexión del tórax a 35° de inclinación fue de 25.82° (DE±: 2.31) con el colchón de vacío y 20.75° (DE±: 1.99) con la tabla espinal ( $t=16.566$ ,  $p=0.001$ ). **Conclusiones:** Las presiones ejercidas a nivel occipital, lumbar y sacra fueron significativamente menores con el colchón de vacío frente a la tabla espinal. Los desplazamientos de la cabeza, tórax y pelvis fueron menos amplios con el colchón de vacío frente a la tabla espinal. No hubo ventaja del colchón de vacío en la prevención de flexión axial cervical y torácica frente a la tabla espinal.

**Palabras Clave:** Inmovilización, Biomecánica, Colchón de vacío, Tabla espinal, Trauma

## ABSTRACT

**Background:** Spinal immobilization and spinal motion restriction are two of the most frequent procedures executed in pre-hospitalary emergency services. Vacuum mattress and spinal board are fundamental for patient extrication. However, some adverse effects had been described with spinal board use, so the vacuum mattress would be a useful device to replace the spinal board. **Aim:** To evaluate primary and secondary results related to immobilization with the spinal board and vacuum mattress and transportation at the Mariscal Sucre International Airport and of the Pre-Hospital Service of the Superior Technological Institute of the Ecuadorian Red Cross. **Materials and Methods:** Cohort, prospective, descriptive, and observational study was designed. A total of 200 healthy volunteers were included (100 at of the Pre-Hospital Service of the Superior Technological Institute of the Ecuadorian Red Cross and 100 at Mariscal Sucre International Airport). At least 50 immobilizations with vacuum mattress and spinal board were executed in each place. Static and kinematic measures were executed for each immobilization device. Two evaluations OSCE (pre and post interventional) were applied to determine skills and abilities for the use of each device. Quantitative variables were analyzed with relative and absolute frequencies. Quantitative variables were analyzed with central tendency and dispersion measures. Box-Plots were designed to show data distribution for each category of measures for the vacuum mattress and spinal board. T-Student test was applied to establish mean differences between both devices. A p-value under 0.05 was considered for statistical significance. **Results:** The median age of participants was 31.5 years (SD±: 9.4) and 36.5 years (SD±: 10.5) in Mariscal Sucre International Airport and Ecuadorian Red Cross respectively. Median of VAS Scale for pain and discomfort was 3.46 (SD±: 1.46) for vacuum mattress and 6.15 (SD±: 1.62) for backboard (t=-12-273, p=0.001). The median of occipital pressure was 28.60 mmHg (SD±: 4.86) for vacuum mattress and 41.34 mmHg (SD±: 3.39) for the spinal board. Median of lumbar pressure was 133.06 mmHg (SD±: 12.36) for vacuum mattress and 173.28 mmHg (SD±: 17.66) for spinal board (t=-18-653, p=0.001). Median of sacral pressure was 162.88 mmHg (SD±: 14.16) for vacuum mattress and 186.04 mmHg (SD±: 21.79) for the spinal board (t=8.911, p=0.003). Median of head displacement at 35° angle was 3.08 cm (SD±: 0.56) for vacuum mattress and 4.18 cm (SD±: 2.50) for the spinal board (t=-4.307, p=0.001). The median of thoracic displacement at 35° angle was 3.67 cm (SD±: 0.62) for vacuum mattress and 4.57 cm (SD±: 1.77) for the spinal board (t=-4.808, p=0.001). Median of pelvis displacement at 35° angle was 3.72 cm (SD±: 0.65) for vacuum mattress and 6.21 cm (SD±: 0.47) for spinal board (t=-30.956, p=0.003). Median of cervical flexion at 35° angle was 22.55° (SD±: 2.89) for vacuum mattress and 24.84° (SD±: 3.05) for the spinal board (t=-5.459, p=0.001). Median of cervical flexion at 35° angle was 25.82° (SD±: 2.31) for vacuum mattress and 20.75° (SD±: 1.99) for the spinal board (t=-16.556, p=0.001). **Conclusions:** The pressure exerted above occipital, lumbar, and sacral points were lesser with vacuum mattress than the spinal board. Overall head, thorax, and pelvis displacements were lesser with vacuum mattress than the spinal board. No advantages were found in axial cervical and thoracic flexion with vacuum mattress over the spinal board.

**Key Words:** Immobilization, Biomechanics, Vacuum Mattress, Spinal Board, Trauma

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

El transporte de pacientes sin duda es uno de los procedimientos más frecuentemente aplicados en los servicios de atención pre-hospitalaria, siendo el trauma, una de las principales causas para su indicación, y en consecuencia, una de las primeras cinco causas de mortalidad en todos los grupos de edad (Buchanan, Coates, & Sne, 2016).

Dado que el trauma y las condiciones de morbilidad severas indican en general el transporte de pacientes, sin duda, la rápida extricación y traslado de pacientes a centros especializados incrementa el éxito terapéutico y sobrevivencia de los pacientes y víctimas afectadas; donde, las técnicas de inmovilización juegan un papel fundamental para su eficaz ejecución (Buchanan et al., 2016).

El Colegio Americano de Cirujanos, Colegio Americano de Médicos de Emergencias y la Asociación Nacional de Especialistas en Emergencias Médicas, han establecido las indicaciones y consideraciones, además de la importancia de la inmovilización espinal en pacientes con trauma (Fischer et al., 2018).

Entre las indicaciones de restricción de movimiento espinal, luego de un traumatismo cerrado incluyen: alteración del nivel de conciencia (Score Glasgow < 15, o evidencia de intoxicación), dolor en la línea media cervical, dorsal o sensibilidad en estas zonas, signos o síntomas de focalidad neurológica, deformidad anatómica evidente a nivel de columna vertebral, lesiones severas o circunstancias específicas (fractura de huesos largos, degloving, lesiones por aplastamiento, pacientes con quemaduras, distrés emocional, barreras de comunicación, o lesiones que impidan una examinación confiable (Fischer et al., 2018).

La Prehospital Trauma Life Support Executive Committee (PHTLS), ha determinado que no existe evidencia suficiente que respalde la inmovilización espinal en pacientes con trauma penetrante cervical, torácico o craneal, y solamente estaría indicado luego de un

exhaustivo examen físico, o en su defecto presencia de focalidad neurológica, a pesar de la escasa evidencia de beneficio en estos casos, por lo cual, la restricción de movimiento espinal de rutina en pacientes con trauma penetrante, no está indicado (Stuke et al., 2011)

Dentro de las consideraciones que los colegiados antes mencionados han indicado respecto a la restricción del movimiento espinal durante el transporte de pacientes, principalmente se refieren a que las lesiones con columna vertebral inestable, tienen un alto potencial de progreso a lesiones neurológicas severas e irreversible incluso, por lo cual, la restricción de movimiento espinal o inmovilización espinal, tiene por objetivo principal, minimizar movimientos no esperados de la columna vertebral con una lesión potencial (Fischer et al., 2018).

Históricamente, uno de los dispositivos utilizados para la inmovilización de pacientes, ha sido la tabla espinal rígida, sin embargo, los nuevos elementos desarrollados para esta finalidad incluyen: camilla-cuchara, colchón de vacío, camillas de uso táctico, entre otros dispositivos, que permiten asegurar la restricción de movimiento espinal, y además permiten el traslado de pacientes desde una superficie a otra de forma segura, minimizando la flexión, extensión o rotación de la columna vertebral (Fischer et al., 2018) (Kornhall et al., 2017).

Uno de los primeros estudios relacionados con el uso de dispositivos para la inmovilización espinal, se realizó hacia 1996, cuando se compararon los síntomas generados por el uso de tabla espinal y colchón de vacío. El estudio comparo la incidencia de dolor entre los dos dispositivos (que puede incluso establecerse como confort); y determinó que el dolor en región occipital se presentó en el 88.89% de los evaluados con tabla espinal y 15.79% en el caso de los valorados con colchón de vacío (Chan, Goldberg, Mason, & Chan, 1996).

En relación a dolor en región lumbar y sacra, el dolor percibido fue mayor en los valorados con tabla espinal (58.82%), que con colchón de vacío (5.26%); mientras que, el dolor cervical fue menor en pacientes evaluados con tabla espinal (5.88%) y con colchón de

vacío (26.32%). El dolor escapular fue del 5.88% en pacientes evaluados en tabla espinal y del 5.26% en pacientes inmovilizados con el dispositivo de colchón de vacío, por lo que, hay una relativa diferencia en los puntos anatómicos occipital, lumbosacra y cervical (Chan et al., 1996).

Una revisión Cochrane, estableció que, el uso de dispositivos neumáticos, incrementa de forma significativa la eficacia de la inmovilización espinal, sin embargo, parece no existir diferencia en relación a la estabilización cervical con otros dispositivos frente a la tabla espinal. Por lo que, los dispositivos al vacío, mejoran el confort del paciente transferido y disminuyen el esfuerzo respiratorio (I Kwan, Bunn, & Roberts, 2001).

En estudios valorativos con cadáveres, se ha descrito que la movilidad angular y lineal de pacientes con restricción de movimiento espinal mediante colchón de vacío, fue menor que la encontrada con tabla espinal. En el caso de la rotación axial durante el transporte y traslado de superficie, esta fue de 6 grados con la tabla espinal y 3.5 grados con el colchón de vacío ( $p=0.011$ ), la flexión/extensión fue de 7.5 grados con la tabla espinal y de 5.7 grados con colchón de vacío ( $p=0.271$ ), mientras que, movimientos de lateralización fue de 6.2 grados en el caso de pacientes inmovilizados con tabla espinal y de 5.3 grados en pacientes inmovilizados con colchón de vacío ( $p=0.135$ ) (Prasarn et al., 2017).

En este estudio, la distracción axial fue de 4 grados cuando se valoró la tabla espinal y de 3.1 grados en colchón de vacío ( $p=0.035$ ), además, se ha descrito que la traslación medial/lateral fue de 9.3 grados con la tabla espinal y de 5.5. grados con el colchón de vacío y traslación anteroposterior de 5.4 grados con tabla espinal y 3 grados con colchón de vacío (Prasarn et al., 2017).

Los beneficios generales establecidos en varias revisiones sistemáticas, evidencian que la restricción del movimiento espinal, reduce el riesgo de lesiones medulares hasta en un 87.1%; además de restricción ventilatoria, dolor por causa isquémica y disconfort (en especial, con uso de dispositivos neumáticos o al vacío). Sin embargo, los niveles de

evidencia disponibles no permiten establecer el uso absoluto de una sola modalidad de forma rutinaria (Irene Kwan & Bunn, 2005).

## **JUSTIFICACIÓN**

La inmovilización espinal en pacientes con trauma, es una de las técnicas ampliamente recomendadas a nivel mundial para el transporte de pacientes y la prevención de deterioro neurológico o agravamiento de la condición inicial al rescate, por lo cual, es una técnica fundamental en la atención pre-hospitalaria. Para esto, se han diseñado una serie de dispositivos que permiten tanto la inmovilización como el transporte del paciente a centros especializados, siendo la tabla espinal, el elemento estándar y con mayor frecuencia utilizado.

Este estudio abarcará la valoración de las condiciones de confort y desplazamiento asociados con el uso de tabla espinal y colchón de vacío en voluntarios sanos. Además, se evaluará las destrezas y habilidades de profesionales en atención pre-hospitalaria frente a la inmovilización espinal y uso de dispositivos para su ejecución, permitiendo definir las diferencias fundamentales entre dispositivos. Este proyecto no busca establecer complicaciones relacionadas al uso de la tabla espinal o colchón de vacío, tampoco pretende determinar los resultados y pronósticos en pacientes con trauma en escenarios reales, dada la complejidad logística y técnica que eso representa.

Adicionalmente, se determinaron las diferencias en relación a la calidad de inmovilización y la biomecánica inmersa con cada dispositivo, que permitirá predecir los posibles efectos de los desplazamientos y disconfort de la tabla espinal y colchón de vacío en un escenario real de trauma. Así mismo, permite justificar el uso de colchón de vacío en atención pre-hospitalaria en dos centros de alta demanda en la ciudad. El estudio, además de establecer los efectos biomecánicos y de confort, permitirá definir el conocimiento inicial y post-intervención en personal de atención pre-hospitalaria, que determinará las necesidades de entrenamiento e inversión en dispositivos de alta calidad.

En el Ecuador, se han encontrado 4210 tesis relacionadas al uso de tabla espinal para la inmovilización de pacientes, pero ninguna valora el desplazamiento. El 92.4% de la evidencia recabada, analizan únicamente las indicaciones, tipos de pacientes inmovilizados y el grado de uso en unidades de atención de urgencias y emergencias. No se encontraron estudios descriptivos, revisiones sistemáticas o estudios comparativos de tabla espinal con otros dispositivos, tampoco evidencia respecto al uso de colchón de vacío. Por lo que, este estudio establecerá un marco metodológico y referencial para análisis multicéntricos y biomecánicos en relación al uso de tabla espinal y colchón de vacío, al momento escasos a nivel nacional.

Metodológicamente, este estudio determinará una directriz de análisis simplificado de biomecánica en voluntarios sanos inmovilizados con tabla espinal y colchón de vacío, mismo que puede permitir análisis digitalizados, parametrizados con sensores de movimiento e incluso con modelos de simulación con faltonas o análisis cadavéricos, hasta poder ejecutarlo en escenarios reales.

## **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **Planteamiento del Problema y Pregunta de Investigación**

El trauma con afectación espinal es una de las diez primeras causas de muerte a nivel mundial, significando un problema de salud pública, que involucra tanto la articulación de sistemas de atención de emergencias, como al uso de dispositivos básicos o especializados para la inmovilización y transporte de pacientes (Maschmann, Jeppesen, Rubin, & Barfod, 2019).

Las recomendaciones de inmovilización espinal se han establecido claramente tanto por los comités del Soporte Vital Avanzado en Trauma (ATLS), Soporte Vital Avanzado en Trauma Prehospitalario (PHTLS) y el Colegio Americano de Medicina de Emergencias, en las que se describe que, la presencia de predictores de fractura espinal, alteración del grado de conciencia, dificultades en la comunicación e intoxicación, son indicaciones absolutas para restricción de movimiento espinal, sin especificar el tipo de dispositivo adecuado para cada situación o la eficacia de estos en pacientes con trauma (Abram & Bulstrode, 2010).

Los dispositivos con mayor utilización a nivel mundial son la tabla espinal rígida y el collar cervical, y en menor frecuencia el uso de dispositivos como camillas-cuchara, tablas con sistemas al vacío o colchón de vacío. Sin embargo, en el primero, se han identificado una serie de complicaciones relacionadas al confort, desplazamiento y lesiones asociadas al uso prolongado y a pesar de dichas descripciones, los niveles de recomendación de uno u otro dispositivo, son débiles dada la ausencia de información efectiva respecto a estos (Maschmann et al., 2019).

Las valoraciones biomecánicas en dispositivos como la tabla espinal y colchón de vacío, han descrito una diferencia parcial en relación a los ángulos de desplazamiento y de flexión-extensión, pero, no se ha logrado estandarizar el uso específico de uno u otro en escenarios de trauma, tampoco, es claro, el real beneficio en los resultados finales luego del transporte del paciente, lo que constituye una brecha metodológica y de evidencia para su recomendación final en guías y protocolos (Etier et al., 2017)

Debido a la variabilidad en los datos obtenidos en estudios cerrados o de corta duración disponibles respecto al uso de la tabla espinal y colchón de vacío, y a la ausencia de estudios específicos en relación a biomecánica a nivel nacional, nos concurre determinar la siguiente *pregunta de investigación*: ¿Cuáles son los resultados primarios y secundarios en relación a la inmovilización con tabla espinal versus colchón de vacío para el transporte de pacientes en el Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre de Quito y del Servicio Pre Hospitalario del Instituto Superior Tecnológico Cruz Roja Ecuatoriana?

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

- Valoración de los resultados primarios y secundarios en relación a la inmovilización con tabla espinal versus colchón de vacío para el transporte de pacientes en el Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre de Quito y el Servicio Pre Hospitalario del Instituto Superior Tecnológico Cruz Roja ecuatoriana en el periodo octubre 2019 - febrero del 2020.

### **Objetivos Específicos**

1. Determinar los resultados primarios (confort, presión en región occipital, columna lumbar, región sacro-coccígea) respecto al uso de tabla espinal versus colchón de vacío para el transporte de pacientes en el Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre y el Servicio Pre Hospitalario del Instituto Superior Tecnológico Cruz Roja ecuatoriana
2. Establecer los resultados secundarios (desplazamiento en inclinación, flexión-extensión, estabilidad cervical) respecto al uso de tabla espinal versus colchón de vacío para el transporte de pacientes en el Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre y el Servicio Pre Hospitalario del Instituto Superior Tecnológico Cruz Roja ecuatoriana
3. Definir las diferencias encontradas entre los resultados primarios y secundarios respecto al uso de tabla espinal y colchón de vacío para el transporte de pacientes en el Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre y el Servicio Pre Hospitalario del Instituto Superior Tecnológico Cruz Roja ecuatoriana
4. Valorar las habilidades y destrezas del personal de pre-hospitalaria respecto al uso de tabla espinal y colchón de vacío mediante Evaluación Clínica Observada Estructurada (ECO) con pacientes simulados con criterios de transporte con inmovilización.

## **HIPÓTESIS**

H1: Las presiones en región occipital, lumbar y sacro-coccígea es menor con el uso de colchón de vacío frente a la tabla espinal.

H2: El nivel de confort percibido es mayor con el uso de colchón de vacío frente a la tabla espinal.

H3: Los desplazamientos en inclinación y flexión-extensión, es mayor con el uso de tabla espinal frente a colchón de vacío.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Inmovilización espinal en el contexto pre-hospitalario

Se ha descrito que la mortalidad asociada al trauma representa al menos 5.8 millones de muerte anualmente y se estima que al 2020, este número podría incrementarse hasta 8.4 millones de muertes por dicha causa (Bernhard, Gries, Kremer, & Böttiger, 2005).

Al menos el 20% de estos pacientes mueren durante el transporte e incluso antes de su llegada a centros hospitalarios. Del 50 al 70% de pacientes con lesión medular, oscilan en un rango de edad de 15 a 35 años, mientras que el 4 a 14% de pacientes con lesión medular, se encuentran en un rango de edad inferior a los 15 años (Beuran M et al., 2012) (Bernhard et al., 2005).

Las causas más frecuentes de lesión medular y por consiguiente de trauma a nivel de columna vertebral, se deben principalmente por accidentes de tránsito (40%), caídas (21%), actos de violencia (15%) y lesiones relacionadas al deporte (13%) (Bernhard et al., 2005).

En el caso de pacientes pediátricos, los deportes son la principal causa en un 24% y las actividades recreacionales en agua, la segunda más importante (13%). Las principales localizaciones de los traumas de la columna vertebral son: cervical (29%), torácica (24%), lumbar (37%) y sacro (10%), debido a la variabilidad en la estabilidad de la región espinal (Bernhard et al., 2005).

En el ámbito pre-hospitalario, los signos y síntomas clínicos que permiten el abordaje inicial del paciente con trauma en columna vertebral o circunstancias específicas en relación a la inmovilización son: dolor lumbar, traumatismo o lesión en cabeza, alteración del estado de conciencia, dolor cervical, déficit neurológico, dolor torácico y sensibilidad en el trayecto de la columna vertebral (Bernhard et al., 2005).

Además de la valoración clínica en campo, el servicio de urgencias y emergencias pre-hospitalario, debe establecer las estrategias de traslado del paciente en condiciones óptimas. Al menos el 25% de los pacientes con traumatismo espinal, tienen un incremento de riesgo de complicaciones derivadas de lesiones asociadas a deslizamiento o angulaciones durante el transporte o la movilización desde una superficie hacia otra, por lo que, las técnicas de inmovilización y extricación utilizadas son de vital importancia en el manejo de pacientes con lesión vertebral (Bernhard et al., 2005).

La inmovilización de toda la columna vertebral, debe ejecutarse de forma sistemática, por lo que, inicialmente el paciente debe de ser inmovilizado en posición neutral en la escena y durante el transporte mediante el uso de un collar rígido para la protección de la columna cervical y típicamente el uso de tabla espinal para la protección de columna dorsal y lumbo-sacra. Sin embargo, las tendencias de atención pre-hospitalaria en Europa, indican que el uso de colchón de vacío ha reemplazado de forma paulatina al uso de la tabla espinal rígida clásica, considerando en todos los casos que la tabla espinal o dispositivos al vacío, tienen muy poca efectividad en el soporte cervical (Bernhard et al., 2005).

La evaluación para la decisión de inmovilización, ha tenido una controversia importante en relación al tipo de trauma, sea este penetrante o cerrado. Respecto al trauma penetrante, no hay evidencia suficiente que respalde su uso rutinario, por lo que se ha descrito los efectos negativos que su aplicación podría tener en el paciente (Ten Brinke et al., 2018)..

Se ha descrito que la inmovilización cervical, en casos de trauma penetrante, incrementa el riesgo de mortalidad con un OR: 8.82 (IC95%: 1.08 – 194, p=0.038). Asimismo, ocurre con la restricción de movimiento espinal, cuya tasa de mortalidad es dos veces mayor, frente a pacientes que no son inmovilizados por trauma penetrante (Ten Brinke et al., 2018).

La restricción del movimiento espinal en trauma cerrado, parece tener mejores resultados en cuanto al pronóstico, sin embargo, en múltiples revisiones, se evidencia que no mejora los resultados neurológicos finales, esto debido a que, las lesiones neurológicas secundarias, no se relacionan por completo al transporte o movilización del pacientes, sino, a edema, formación de radicales libre u otros mediadores inflamatorios en la zona afectada (Ten Brinke et al., 2018).

A pesar de la controversia, la inmovilización espinal es ampliamente recomendada en pacientes con traumatismo cerrado, con el objetivo de minimizar todo riesgo de lesiones secundarias, durante el traslado o movilización del paciente a centros especializados. Por lo cual, es indispensable que el personal de atención pre-hospitalaria, conozca las indicaciones y consideraciones antes de aplicarla. Deben considerarse el uso y desarrollo de protocolos que permitan predecir las afectaciones y complicaciones en pacientes con trauma cerrado, y en consecuencia, incrementar el uso correcto de los dispositivos y las técnicas adecuadas para su ejecución (Ten Brinke et al., 2018) (Myers, Russi, Hankins, Berns, & Zietlow, 2009).

## **2.2. Indicaciones y consideraciones de la inmovilización espinal**

Actualmente, las diversas guías y recomendaciones han entrado en un intenso y muy variado debate relativo a los criterios y los beneficios relacionados a la restricción de movimiento espinal, tanto en la mortalidad como en el pronóstico de los pacientes con patología relativa a trauma (Connor, Greaves, Porter, & Bloch, 2015).

Por ejemplo, según los preceptos establecidos en el Soporte Vital Avanzado en Trauma (ATLS), se indica de forma obligatoria la inmovilización cervical en pacientes con riesgo de lesión medular, en tanto que, Kwan et al, mencionan que se debe individualizar la decisión de inmovilización en pacientes con patología traumática (Connor et al., 2015).

También se ha descrito que, la inmovilización espinal, puede influenciar en el riesgo de incremento de la presión intracraneal, úlceras por decúbito prolongado, riesgo de

aspiración, restricción respiratoria e incluso de espasmo muscular. por lo que, los consensos han orientado las recomendaciones en función a la individualización de los criterios de inmovilización en cada uno de los casos acorde a la escena y características de las lesiones en campo (Connor et al., 2015).

La inmovilización selectiva, es una de las estrategias actualmente aplicadas para reducir las complicaciones y otras afectaciones asociadas al uso de dispositivos de inmovilización espinal, priorizando en todos los casos, aquellas lesiones que sugieran fractura vertebral (Connor et al., 2015).

Una de las reglas actualmente aplicadas para inmovilización espinal, se refiere a las reglas o criterios NEXUS, cuyos cinco fundamentos, permiten la exclusión –inicial al menos- de lesión a nivel de médula espinal y son: ausencia de sensibilidad o dolor en la línea media, ausencia de focalidad neurológica, estado de conciencia normal, ausencia de intoxicación y ausencia de lesión dolorosa, por lo tanto, las contrapartes a las antes mencionadas, constituyen indicaciones absolutas de inmovilización espinal (Connor et al., 2015).

Por otro lado, la inmovilización espinal con dispositivos de cuerpo entero, en general no son eficaces para la protección de la columna cervical, por lo que, el uso de collarines cervicales rígidos, adquieren una importante función en la protección de este segmento (Connor et al., 2015) (Hankins et al., 2001).

Para esto, se han establecido una serie de escalas y reglas que permiten establecer un riesgo alto o bajo de lesión en columna cervical, siendo la Canadian C-Spine Rule, una de las más aplicadas, cuyos principales criterios son: presencia de factores de alto riesgo de lesión (edad superior a los 65 años de edad, parestesias, mecanismo de trauma de alto impacto), factores de bajo riesgo que permiten una movilidad adecuada y segura del cuello (colisión posterior simple, sedestación en la sala de emergencias, inicio tardío del dolor, ausencia de sensibilidad cervical y criterios de tratamiento ambulatorio) (Connor et al., 2015) (Hankins et al., 2001).

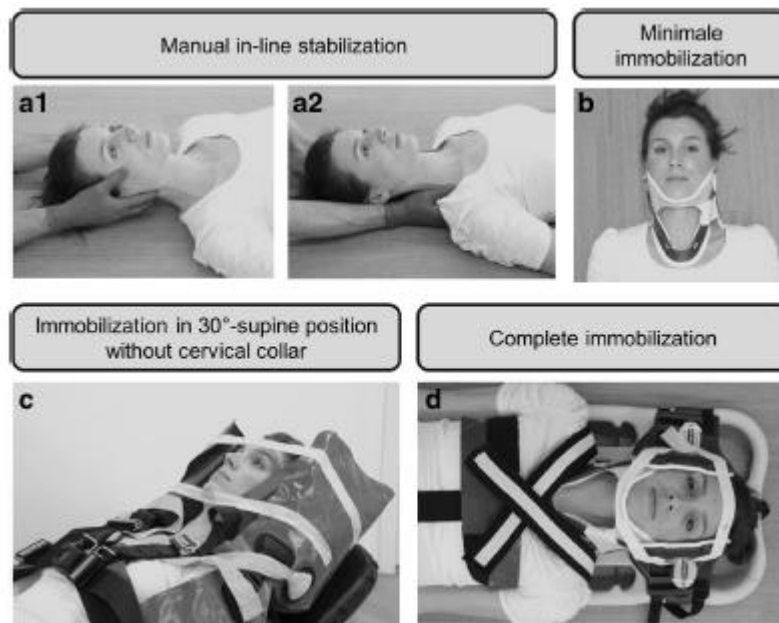
Es así que, con las consideraciones anteriores, las indicaciones para inmovilización espinal, podrían resumirse en la valoración ABCDE inicial, y el acrónimo MARSHAL, que se explican a continuación (Kreinst, Gliwitzky, Schüler, Grützner, & Münzberg, 2016):

- a. Si hay alteraciones en los componentes A y B (Vía Aérea y Respiración), y existen los recursos para realizar manejo de vía aérea, se deberá recurrir a inmovilización en línea o inmovilización parcial, pero, si los recursos humanos son limitados, no está indicada la restricción de movilización espinal.
- b. Si en el componente Circulatorio (C), de la valoración, se evidencia signos de inestabilidad, por trauma cerrado, se deberá asegurar la restricción de movilidad espinal mínima en todos los casos, en tanto que, si la causa se debe a trauma penetrante, no está indicado la ejecución de inmovilización espinal.
- c. Si en el componente (D), se evidencia traumatismo cráneo-encefálico con signos aparentes de incremento de la presión intracraneal, se deberá asegurar la inmovilización y elevación de cabecera a 30 grados, sin necesidad de collarín cervical.
- d. Si en el componente (E) hay alteraciones y el paciente se halla inestable, se procurará una inmovilización mínima y transporte inmediato, en tanto que, si el paciente se encuentra estable, pero, con dificultades para mantener la comunicación, intoxicación o distracción seria, se debe asegurar inmovilización completa de forma obligatoria, sin embargo, si no se presentan las dificultades antes mencionadas se propondrá la evaluación MARSHAL, para la valoración de riesgo de fractura vertebral.
- e. Para indicar inmovilización completa, deben presentarse al menos uno de las siguientes consideraciones MARSHAL: dolor o sensibilidad en la línea media (M), edad mayor a los 65 años (A), reducción o déficit parcial a la sensibilidad o motriz

(R), lesiones supraclaviculares (S), accidente de alta velocidad, superior a 100 km/h, proyección por fuera del vehículo o volcamiento (H), carga axial sobre la cabeza o caída superior a 2 metros (A), colisión en locomoción o en bicicleta (L).

- f. Si los criterios de la valoración de MARSHAL, no se encuentran en el paciente atendido, se deberá considerar si existe dolor a la palpación o dolor durante la rotación activa del cuello en un rango de 45 grados, en cuyo caso, también se asegurará inmovilización completa, de no existir, no se recomienda aplicar inmovilización.

En la Figura 1, se exponen las formas de inmovilización en línea, inmovilización leve o mínima, inmovilización en decúbito supino con cabecera elevada a 30 grados, sin collarín cervical e inmovilización completa (Kreinst et al., 2016).



**Figura 1. Tipos de Inmovilización**

A1 y A2: Inmovilización o estabilización cervical manual, B: Inmovilización mínima usando collarín cervical, C: Inmovilización en decúbito supino con elevación a 30 grados, en casos de trauma con signos de elevación de la presión intracraneal, la cual, se alcanza con colchón de vacío, D: Inmovilización completa

Tomado y Adaptado de: Kreinst, M., Gliwitzky, B., Schüler, S., Grützner, P. A., & Münzberg, M. (2016). Development of a new Emergency Medicine Spinal Immobilization Protocol for trauma patients and a test of applicability by German emergency care providers. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*, 24(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s13049-016-0267-7>

De acuerdo a los criterios revisados, es importante que, en la atención pre-hospitalaria, se pueda distinguir principalmente las indicaciones de inmovilización completa y en consecuencia los factores que podrían predecir una lesión espinal. De los criterios valorados, el déficit neurológico significa un incremento del riesgo con un OR: 2.5 (IC95%: 1.9 – 3.3) para riesgo de lesión espinal, en tanto que, una valoración de Glasgow menor a 15, muestra un OR: 1.8 (IC95%: 1.4 – 2.3) (Oteir et al., 2017).

Otros predictores asociados al incremento del riesgo de lesión espinal, y por consiguiente, indicación absoluta de inmovilización completa, son las caídas superiores a 2 metros, con un OR: 6.5 (IC95%: 4.2 – 10), colisiones por motocicletas OR: 2.9 (IC95%: 1.4 – 3.8), colisiones en bicicleta OR: 2.3 (IC95%: 1.4 – 3.8), incidentes industriales u ocupacionales OR: 1.5 (IC95%: 0.8 – 3.1) y deportivas OR:1.1 (IC95%: 0.5 – 2.1) (Oteir et al., 2017).

El trauma penetrante, es actualmente, la principal contraindicación para inmovilización completa, debido a que, incrementa el riesgo de mortalidad, déficit neurológico, y déficit motor irreversible (Velopulos et al., 2018).

Un meta-análisis, estableció que la inmovilización se asocia con un incremento en el riesgo de muerte en las primeras 24 horas, con un índice de riesgo de 2.40 (IC95%: 1.07 – 5.41,  $p=0.03$ ),  $I^2= 27\%$  y  $Z=2.12$ , y de déficit neurológico no reversible, con un índice de riesgo 4.16 (IC95%: 0.56 – 30.89,  $p=0.04$ ),  $I^2= 76\%$  y  $Z=1.39$ , por lo cual, es indiscutible su evaluación previo a la toma de decisiones (Velopulos et al., 2018).

## **2.3. Dispositivos para inmovilización espinal completa**

### **2.3.1. Tabla espinal**

La tabla espinal es el dispositivo más utilizado a nivel mundial para la inmovilización y traslado de pacientes principalmente en atención pre-hospitalaria, cuya

primera descripción en cuanto a uso, técnica y utilidad para pacientes víctimas de trauma se remonta a 1960, cuyo principal hallazgo fue la prevención efectiva de parálisis resultante del transporte en pacientes con trauma medular (White Iv, Domeier, & Millin, 2014).

A partir de 1960, y luego de un reporte de casos descrita por Geisler et al, en 1966 respecto a la prevención de la cuadriplejías derivadas de trauma medular mediante la inmovilización con dispositivos rígidos en pacientes con impactos de alta energía, la diversas guías de transporte y atención de pacientes con trauma, han incluido dentro de sus protocolos, la consideración de inmovilización en circunstancias específicas en la atención de pacientes politraumatizados (White Iv et al., 2014).

Hacia 1971, la American Academy of Orthopedic Surgeons, publicaron la primera guía oficial para el uso de la tabla espinal y collarín cervical para la movilización y transporte de pacientes con sospecha de lesión a nivel medular, lo cual, tuvo un impacto positivo en la recuperación motora y en la prevención de secuelas tales como hemiplejías o cuadriplejías en los pacientes afectados en un 76% (Hauswald & Braude, 2007).

La tabla espinal acorde a los apartados anteriores es utilizado para la atención inicial de pacientes con sospecha de lesión en la médula espinal, por lo que, su diseño busca determinar facilidad de sujeción del pacientes, apoyo de los puntos potenciales de rotación y desviación (cabeza, tronco, pelvis y extremidades inferiores), además de enfatizar el cuidado diferenciado de la columna cervical (Domeier, Frederiksen, & Welch, 2005).

El diseño inicial de las tablas espinales se basaban principalmente en un diseño de madera, con una amplitud media de 45 cm y una longitud de 1.85 m, con 6 puntos de sujeción a nivel de la cintura escapular, pelvis y miembros inferiores (diseño de 1967), hasta ser complementado con sistemas de sujeción multimodal (diseño de 1978). En general, las tablas espinal que fueron utilizadas de forma inicial eran completamente rectas y rígidas, con un espesor de 5 cm para evitar su rotura y deformación (Zadry, Susanti, & Rahmayanti, 2017).

Hacia finales de los años 90, el diseño de las tablas espinales cambió especialmente en su constitución material, pues, se abandonó en gran medida la fabricación de tablas espinales de madera, siendo reemplazados por diseños de aluminio y acero inoxidable, cuyas dimensiones son de 40 cm de ancho en promedio y 1.90 m de longitud, que puede ser graduada en función de la antropometría de cada paciente. Sin embargo, este modelo presentó serios inconvenientes para su uso rutinario en escenarios pre-hospitalarios y hospitalarios principalmente debido a su interacción con equipos de diagnóstico (rayos X, tomografía), por lo cual, su uso se ha limitado principalmente para entrenamiento (Zadry et al., 2017).

A inicios del siglo XXI, el diseño de la tabla espinal ha variado en gran manera, desde el punto de vista ergonómico y por consiguiente biomecánico. El material actualmente utilizado es polietileno de alta densidad, con 8 a 10 espacios de sujeción a cada uno de los lados y 1 a 3 ranuras de fijación en el extremo cefálico y caudal de la tabla (Zadry et al., 2017).

Acorde a las normativas de fabricación ISO 13485 y CE0434 en relación a la fabricación de dispositivos médicos, se establece que, una tabla espinal no debe superar un peso de 7.5 kg para un transporte eficaz en casos de emergencia, y las dimensiones acorde a datos antropométricos mundiales deben ser de: longitud (1.83 a 1.90 m), ancho (40 a 40.5 cm) y espesor (mínimo de 5 cm), con sistemas de sujeción ergonómicos, sin costuras para evitar acumulación de fluidos y con una superficie moderadamente cóncava (Figura 2) (Zadry et al., 2017) (Kettner, 2016).



**Figura 2. Tabla espinal con sistema de sujeción**

Se observa una tabla espinal de polietileno de alta densidad, cuyos asideros cumplen normativas de agarre grip y condiciones geométricas para distribución de centros de gravedad. Los sistemas de sujeción pueden tener una distribución unificada o multifocal como la observada o ser independientes para los segmentos de la cintura escapular, pelvis, extremidades y abdomen. En su totalidad, las recomendaciones actuales sugieren complementar con dispositivos para la fijación del cuello (cojinetes laterales o collarín cervical de tipo Philadelphia)

Tomado y Adaptado de: Kettner, M. (2016). Spinaltrauma: devices for immobilization. *Radiologe*, 56(8), 684–690. <https://doi.org/10.1007/s00117-016-0120-z>

Actualmente, algunas tablas incluyen sistema plegable para optimizar el transporte y sistemas articulados y regulables que permiten adaptar a la tabla cualquier tipo de anatomía y condición antropométrica de una persona afectada por un trauma con sospecha de lesión medular, lo cual, sin duda ha incrementado el performance de los dispositivos, mas no ha eliminado los eventos no deseados del mismo (Vickery, 2001).

Dadas las características descritas de la tabla espinal, uno de los principales eventos adversos que se presentan con el uso de este dispositivo es el discomfort y dolor en los pacientes que son movilizados con este tipo de equipo. El discomfort en general inicia en las regiones anatómicas de mayor presión (eminencia occipital, codos, dorso, sacro y talones), que pueden variar desde una sensación de prurito inicial hasta dolor de moderado a severo según las condiciones del paciente (White Iv et al., 2014).

El dolor referido por los pacientes que fueron inmovilizados con tabla espinal no se limita únicamente a las zonas de presión antes descritas, sino que, y por contractura muscular sostenida, se presenta dolor lumbar y cervical, que puede exacerbar síndrome de

dolores crónicos ya experimentados por el paciente o bien agregar un nuevo problema a ser tratado en un contexto de trauma (White Iv et al., 2014)..

Otro de los efectos adversos descritos con el uso de la tabla espinal, es el compromiso parcial de la mecánica ventilatoria, misma que se produce dado el efecto restrictivo que las correas o sistemas de sujeción producen a nivel del torso del paciente, lo que, se traduce con una disminución de la capacidad vital forzada, volumen espiratorio forzado en el primer segundo y flujo espiratorio medio del 25% al 75% en los análisis de espirometría en los pacientes que fueron inmovilizados (White Iv et al., 2014).

Múltiples análisis en pacientes con trauma han descrito el incremento del riesgo de úlceras por presión que pueden presentarse con el uso de la tabla espinal. Según Berg et al, los pacientes que se mantienen en tabla espinal por un lapso superior a 30 minutos incrementan hasta en 6 veces el riesgo posterior de presentar úlceras por presión, por lo tanto, se debe considerar el tiempo de transporte y traslado del paciente a camilla definitiva (Domeier et al., 2005).

Los análisis cinemáticos con la tabla espinal son variados, en el contexto de la seguridad y fijación efectiva en casos de trauma con sospecha de lesión medular. Se conoce de forma inicial que, los desplazamientos de la cabeza, tronco, pelvis y extremidades inferiores son un 56.8% más amplias, que las encontradas en otros dispositivos como colchón de vacío o camilla cuchara (Vickery, 2001).

Adicionalmente, los grados de flexión cervical que ocurren en los pacientes que son inmovilizados con tabla espinal oscila en un rango de 3.1 a 12.1° (sin uso de collarín cervical) y en un rango de 1.4 a 4.5° (con el uso de collarín cervical), por lo tanto, las recomendaciones actuales aconsejan complementar la inmovilización con collarín cervical cuando se usa tabla espinal como dispositivo primario (Domeier et al., 2005).

La flexión y lateralización del tronco, es otro de los efectos biomecánicos que son observados cuando se utiliza tabla espinal como dispositivo de inmovilización primaria

(Domeier et al., 2005). Diversos análisis cinemáticos en pacientes con trauma, evidencian que el tronco puede tener flexiones en un rango de 5.1 a 8.9° y de lateralización en un rango de 1.8 a 7°, que puede resultar perjudicial en la protección de una lesión medular, y puede ser prevenido con una adecuada fijación del paciente con correas de sujeción multipunto (Domeier et al., 2005).

Finalmente, los consensos actuales recomiendan la inmovilización completa con tabla espinal, en aquellos con trauma cerrado, con alteración de la conciencia, dolor a nivel de columna vertebral, compromiso neurológico (alteraciones motoras o debilidad), deformidad anatómica visible a nivel de la columna vertebral, traumatismo de alta energía, intoxicación con alcohol o drogas, incapacidad para la comunicación y lesiones por distracción (Queensland Ambulance Services, 2012).

### **2.3.2. Colchón de vacío**

Múltiples consensos relacionados a la inmovilización en pacientes con trauma, han recomendado el uso de la tabla espinal como uno de los principales dispositivos para su ejecución, sin embargo, la presencia de eventos no deseados tales como el dolor, incremento del riesgo de úlceras por presión, desplazamientos y discomfort, han permitido que se desarrollen dispositivos alternativos, como el colchón de vacío (Bale et al., 2009).

El colchón de vacío reduce notablemente la presión ejercida por un dispositivo sobre los puntos anatómicos críticos del paciente. Reducción en un 89.4% en el discomfort y dolor a nivel cervical, 78.6% de reducción de dolor a nivel de la región cervical, 69.8% de reducción de dolor a nivel de la región lumbar, 90.1% reducción del discomfort en la región sacra; esto, reduce la probabilidad de movilización voluntaria del paciente durante el traslado y por tanto, reduce la probabilidad de complicaciones derivadas del transporte (Bale et al., 2009).

Inicialmente, el colchón de vacío fue desarrollado por médicos de la milicia de Gran Bretaña, con resultados eficaces en términos de accesibilidad y utilidad para rescates en

campo, incrementando el interés para su validación como dispositivo por médicos ortopedistas, neurocirujanos e inclusive cirujanos plásticos. Las férulas de cuerpo entero desarrolladas, no solo que permitieron superar los problemas causados por la superficie de las tablas espinales regulares, sino que, optimizaron los tiempos de rescate y resultados posteriores en pacientes con posterior lesión medular (Hamilton & Pons, 2006).

El mecanismo de funcionamiento general de los colchones de vacío, son basados en un sistema neumático que permite el llenado de miles de esferas plásticas de poliestireno, que confiere una resistencia importante del dispositivo (como presión atmosférica y fuerzas normales múltiples que se ejercen en relación a la masa del paciente) y de esta manera se redistribuyen los puntos de presión y son amoldables a las características anatómicas de la víctima de trauma o paciente con requerimiento de inmovilización (Hamilton & Pons, 2006).

Hacia mediados de los años 90, el diseño y los materiales con los que se elaborarán los colchones de vacío se han modificado en forma antes que en su funcionamiento. Actualmente, los colchones han cambiado sus superficies de plástico no moldeable por plástico termoestable de policloruro de vinilo (PVC), y las esferas internas, han cambiado por microesferas y nanoesferas, que incrementan la resistencia del colchón para traslados incluso mayores a 24 horas, y optimizando la distribución de los centros de gravedad de los puntos anatómicos críticos de los pacientes (Kettner, 2016).

Según especificaciones derivadas de la norma ISO 13485 (dispositivos médicos), el colchón de vacío puede tener un peso entre 7 a 10.5 kg para su transporte adecuado y debe contar con 5 a 8 sistemas de sujeción laterales, con énfasis en tronco, extremidades inferiores y cabeza (correa de sujeción con barbiquejo amoldable a collarín cervical), y tener una longitud al extenderse e inflarse de 1.80 a 2.20 m, ancho 47 a 70 cm y espesor al inflarse de 13 a 18 cm (Figura 3) (Kettner, 2016).



**Figura 3. Colchón de vacío**

Se observa un colchón de vacío estándar, extendido en su longitud, se observa un forro y cubierta de PVC que permite una resistencia mayor al desgaste, además, de sistemas de sujeción definidos por colores (verde, amarillo, azul), y asideros de alta resistencia en cada uno de los extremos laterales que facilitan el agarre.

Tomado y Adaptado de: Kettner, M. (2016). *Spinaltrauma: devices for immobilization. Radiologe*, 56(8), 684–690. <https://doi.org/10.1007/s00117-016-0120-z>

Dentro de las ventajas biomecánicas que ofrece el colchón de vacío, es la reducción de los desplazamientos de la cabeza y el tronco en un rango de 45.8 a 57.1% en relación a otros dispositivos de inmovilización (especialmente la tabla espinal y la camilla cuchara) (Letts & Hobson, 2003).

Los rangos de presión ejercida a nivel occipital y sacra, es 56.8% menor a las encontradas con tablas espinales o camillas cuchara; además, reducen la probabilidad de flexión de cuello hasta en 4.2° y del tronco hasta en 7.6°, durante el transporte (Letts & Hobson, 2003)..

Por otra parte el colchón de vacío ofrece menor discomfort en los pacientes, ya que, reduce hasta en un 78.6% la movilidad voluntaria del paciente durante el transporte a centros de trauma, y reduce la probabilidad de dolor posterior hasta en 92.3% de los casos (Letts & Hobson, 2003)..

Las desventajas del uso del colchón de vacío son principalmente relacionadas al costo de su adquisición y de mantenimiento, por lo cual, no es rutinario su uso en diversos servicios de emergencias médicas, siendo Europa el país con mayor frecuencia de equipamiento con este dispositivo para la movilización de pacientes a nivel pre-hospitalario (Bale et al., 2009).

### **2.3.3. Scoop Stretcher (Camilla Cuchara)**

La camilla cuchara es una de las alternativas recientemente descritas frente al uso de la tabla espinal. Este tipo de camillas están compuestas por dos componentes desarmables, que pueden unirse por medio de bisagras en su eje longitudinal, y permite una facilidad en la técnica al momento de colocar cada uno de los segmentos a cada uno de los costados del paciente, por lo tanto, se evita el rodamiento del paciente (rolling) al ser colocado en el dispositivo (Del Rossi, Rehtine, Conrad, & Horodyski, 2010).

A mediados de los años 80, el diseño de las camillas cuchara eran fabricados con materiales tales como tool galvanizado y aluminio, pero no lograban proporcionar un soporte adecuado a la columna y no eran recomendados para el transporte de pacientes derivados de trauma con sospecha de lesión medular. Sin embargo, actualmente el diseño de estas tablas se realiza con el mismo material de las tablas espinales convencionales, y logran cumplir la función de inmovilización adecuada de la columna vertebral del paciente (Figura 4) (Del Rossi et al., 2010)



**Figura 4. Scoop Stretcher o Camilla Cuchara**

Estas camillas en general tienen los bordes reforzados con aluminio liviano. El extremo caudal es más corto que el extremo cefálico de la camilla. Las uniones o bisagras entre ambos permite acoplarse fácilmente por presión simple o por mecanismos de pernos multinivel, por lo cual las tablas suelen estar desarmadas en sus dos componentes. El estándar de esta tabla es de 1.80 a 1.90 m de longitud y 45 a 50 cm de ancho (sin contar la brecha media de soporte espinal).

*Tomado y Adaptado de: Del Rossi, G., Rehtine, G. R., Conrad, B. P., & Horodyski, M. (2010). Are scoop stretchers suitable for use on spine-injured patients? American Journal of Emergency Medicine, 28(7), 751–756. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2009.03.014>*

La ventaja que ofrece la camilla cuchara en relación a la tabla espinal convencional es la disminución de la rotación de cuello y tronco hasta en 12° promedio, en especial cuando el paciente debe ser movilizado para la inclusión en el dispositivo (rodamiento en el caso de la tabla espinal y elevación parcial para la camilla cuchara), por lo tanto, hay un menor riesgo de lesión residual asociado al transportador (Krell et al., 2006).

Además de lo antes expuesto, la camilla cuchara reduce entre 6 a 9° la flexión sagital de cuello y tronco, y de 7 a 10° la rotación axial con respecto a la tabla espinal convencional, sin embargo, no reduce otro tipo de problemas tales como dolor, discomfort, limitación o restricción parcial de la respiración y riesgo de úlceras por presión (Krell et al., 2006).

## **2.4. Evaluación cinemática en dispositivos para la inmovilización completa**

Típicamente, se ha utilizado la tabla espinal para la inmovilización completa, y por lo tanto, es el estándar, del cual se han derivado múltiples dispositivos que permiten tanto la inmovilización como el transporte de un paciente víctima de trauma. Sin embargo, la técnica de rescate, el tipo de transporte, la clase de dispositivo, puede influir en la calidad tanto de la inmovilización y del pronóstico del paciente que es trasladado a un centro especializado (Peery, Brice, & White, 2007).

Pocos estudios han valorado de forma sistemática la calidad de inmovilización en la atención pre-hospitalaria. Algunas revisiones, han determinado que, en general, los principales errores cometidos durante el rescate e inmovilización de personas, se dan principalmente en el posicionamiento (hasta el 67.1%) de casos, aseguramiento inadecuado de un punto de seguridad (34%), aseguramiento inadecuado de dos puntos de seguridad (28.2%), aseguramiento inadecuado de tres o más puntos de seguridad (30.2%). Estos parámetros conducen a posteriores incrementos en los desplazamientos del paciente sobre la tabla (hasta el 78.1% de ocasiones), e incluso, flexiones importantes que agravan lesiones (18.4% de casos) (Peery et al., 2007).

Además de los errores comunes asociados a la inmovilización de cuerpo completo, también, se han descrito fallas en el aseguramiento y protección cervical. El principal error, es el no uso del collarín cervical cuando está indicado (hasta el 33.2% de casos), y uso de técnicas incorrectas (4.1%), así como problemas de incomodidad, dolor y complicaciones relativas a inmovilización prolongada (Peery et al., 2007).

Estos errores y complicaciones pueden o no depender del dispositivo que se utilice para el efecto de inmovilizar y transportar al paciente, sin embargo, la información es escasa al respecto, y no permite definir de forma exacta un dispositivo ideal (Peery et al., 2007).

Actualmente se han descrito múltiples dispositivos para la inmovilización completa de pacientes, desde la tabla espinal convencional, hasta complejos sistemas neumáticos; sin embargo, el más conocido, es el colchón de vacío, que se dispone información más completa, respecto a su utilidad y eventos relacionados con el uso del dispositivo (Sheerin & de Frein, 2007).

Una de las principales complicaciones asociada al uso de dispositivos para el transporte de pacientes se relaciona al incremento de presión en zonas específicas, como: región sacra, región occipital, región escapular, región dorsal y lumbar, entre otras. Sin embargo, son la región sacra y occipital las que muestran mayor incidencia de afectación (Sheerin & de Frein, 2007).

Un estudio valoró de forma independiente a dos sujetos con características antropométricas normales y relacionadas a sobrepeso, quienes fueron movilizados con una tabla espinal convencional, así como con un colchón de vacío, con el objetivo de medir el grado de presión generada en la región occipital y sacra. La media obtenida de presión en la región occipital cuando se utilizó la tabla espinal fue de 95 mmHg, en tanto que, la presión generada al usar colchón de vacío fue de 65 mmHg (Sheerin & de Frein, 2007).

En el caso de la presión en la región sacra, cuando se utilizó la tabla espinal convencional, la media obtenida fue de 154.33 mmHg, en tanto que, la media obtenida con el colchón de vacío fue de 70.67 mmHg. Por lo tanto, en la región occipital y región sacra, la presión ejercida como fuerza inercial fue menor en los pacientes transportados e inmovilizados con colchón de vacío, en consecuencia este resultado puede influir en el desarrollo de úlceras por presión, cuando el tiempo de inmovilización es superior los 65 minutos (Sheerin & de Frein, 2007) (Cooney, Wallus, Asaly, & Wojcik, 2013).

Además de la presión en las zonas antes mencionadas, se debe considerar el análisis del desplazamiento que ocurre principalmente durante el transporte. En una revisión sistemática, se determinó inicialmente que, los desplazamientos axiales son entre 1.8 a 3.4 grados mayores en traslados con tabla espinal convencional, frente a pacientes

transportados con colchón de vacío. Además, se evidenció que la flexión y extensión fueron más frecuentes en pacientes trasladados con tabla espinal (38.7% en ángulos superiores a los 4.3 grados, frente a 12.7% en pacientes trasladados con colchón de vacío) (Ahn et al., 2011).

Los desplazamientos en el eje horizontal (altura de los hombros), acorde a revisiones desde 1997, son entre 2.1 a 3 grados mayores a los encontrados en pacientes trasladados con colchón de vacío, que oscila entre 1.6 a 2 grados (Martín et al., 2017) (Ahn et al., 2011).

También los desplazamientos de eje horizontal (a nivel de la cadera), oscila entre 4.5 a 7 grados en pacientes trasladados con tabla espinal, en comparación con los pacientes inmovilizados con colchón de vacío que es de 3.5 a 5.6 grados; sin embargo, no se evidencian diferencias significativas en el desplazamiento de la cabeza o flexión/extensión del cuello (Martín et al., 2017) (Ahn et al., 2011).

Otro de los aspectos considerados en cuanto a la decisión del uso de los dispositivos como la tabla espinal o el colchón de vacío, es la percepción del dolor en el paciente inmovilizado. Diversas revisiones, han descrito que la percepción de dolor a nivel occipital y lumbar, es 3 veces más frecuente en pacientes inmovilizados con tabla espinal. Según dos revisiones, el 76.5% de pacientes refiere dolor lumbar y occipital durante su transporte en tabla espinal, mientras que solo el 8.1% refiere dolor lumbar y principalmente occipital, cuando el transporte se realiza mediante colchón de vacío (Hood & Considine, 2015).

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Operacionalización de variables

Variables	Definición	Tipo de Variable	Dimensión	Medida de tendencia central	Fuente
Edad	Referido al tiempo transcurrido desde la fecha de nacimiento al momento del ingreso al estudio	Cuantitativa (Discreta)	Edad calculada desde la fecha de nacimiento al momento de la evaluación, expresada en años	Medidas de tendencia central: media, mediana Medidas de dispersión: desviación estándar, rango	Formulario de recolección de datos
Sexo	Se refiere a la condición orgánica que permite distinguir entre sexo masculino y femenino	Cualitativa (Nominal Dicotómica)	Sexo descrito en la cédula de identidad del participante (masculino o femenino)	Descriptivos: frecuencia absoluta y frecuencia relativa (porcentajes)	Formulario de recolección de datos
Talla	Variable antropométrica que mide la longitud de una persona desde el suelo al punto de referencia coronal	Cuantitativa (Continua)	Estatura determinada por un tallímetro calibrado, expresada en metros	Medidas de tendencia central: media, mediana Medidas de dispersión: desviación estándar	Formulario de recolección de datos
Índice de Masa Corporal	Indicador resultante de la relación entre el peso y la altura, y que determina el estado ponderal de una persona	Cuantitativa (Continua)	Índice de masa corporal en $\text{kg/m}^2$ obtenido al momento de la evaluación	Medidas de tendencia central: media, mediana Medidas de dispersión: desviación estándar	Formulario de recolección de datos

Variables	Definición	Tipo de Variable	Dimensión	Medida de tendencia central	Fuente
Dispositivo para inmovilización	Equipos diseñados para la restringir la movilidad de una persona con el fin de transportarla de forma segura	Cualitativa (Nominal Dicotómica)	Equipo de inmovilización utilizado para la evaluación (colchón de vacío o tabla espinal)	Descriptivos: frecuencia absoluta y frecuencia relativa (porcentajes)	Formulario de recolección de datos
Habilidades y Destrezas para la Inmovilización	Valoración de las destrezas mediante una rúbrica de valoración con un ejercicio estructurado	Cualitativa (Nominal Policotómica)	<p>Valoración de las estaciones de habilidad mediante rúbrica en escala de Likert, cuyo puntaje dará lugar a las siguientes categorías de evaluación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 49-60 puntos= Excepcional</li> <li>▪ 37-48 puntos= Supera las expectativas</li> <li>▪ 25 a 36 puntos=Cumple las expectativas</li> <li>▪ 13 a 24 puntos=Necesit a mejorar</li> <li>▪ Menor a 12 puntos= No satisfactorio</li> </ul>	Descriptivos: frecuencia absoluta y frecuencia relativa (porcentajes)	Resultados de valoración ECOE
Grado de Inclinación	Variable paramétrica en biomecánica que permite determinar el grado de angulación frente a un plano neutro	Cuantitativa (Continua)	La valoración se realizará tomando el punto de nivel 0°, de una cama regulable eléctrica, la cual se variará hasta in	Medidas de tendencia central: mediana, moda	Formulario de recolección de datos

<b>Variables</b>	<b>Definición</b>	<b>Tipo de Variable</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Medida de tendencia central</b>	<b>Fuente</b>
			máximo de 45 grados, en rangos múltiplos de 5.		
Tiempo de inicio del disconfort	Tiempo transcurrido desde la ubicación de una persona en un dispositivo de inmovilización hasta la sensación de dolor o molestia en sitios de presión	Cuantitativa (Continua)	Se tomará con un cronómetro el tiempo desde la inmovilización hasta la referencia de dolor en puntos de presión	Medidas de tendencia central: media, mediana Medidas de dispersión: desviación estándar	Formulario de recolección de datos
Disconfort	Se refiere al dolor percibido o sensación displacentera descrita por una persona durante una posición restringida o inmovilización	Cuantitativa (Discreta)	Para la valoración del disconfort, se tomará en cuenta a la Escala Visual y Análoga del Dolor, misma que se interpretará de forma similar (0 a 2: Leve, 3 a 5: Moderado, 5 a 7: Severo, 8 a 10: Muy Severo)	Medidas para el puntaje obtenido:  Medidas de tendencia central: media, mediana Medidas de dispersión: desviación estándar Medidas para la variable agrupada, según categorías:  Descriptivos: frecuencia absoluta y frecuencia relativa (porcentajes)	Formulario de recolección de datos

Variables	Definición	Tipo de Variable	Dimensión	Medida de tendencia central	Fuente
Presión Occipital	Fuerza ejercida por una superficie sobre un punto o prominencia anatómica (occipital) que se ponga en contacto directo por gravedad	Cuantitativa (Continua)	Se tomará en cuenta el grado de presión obtenida con un esfigmomanómetro o cuyo brazalete será insuflado a una base de 20 mmHg, y cuya variación indicará la presión ejercida por el dispositivo de inmovilización en la región occipital (eminencia occipital superior)	Medidas de tendencia central: media, mediana  Medidas de dispersión: desviación estándar, rango, varianza, máximo, mínimo	Formulario de recolección de datos
Presión Lumbar	Fuerza ejercida por una superficie sobre un punto o prominencia anatómica (lumbar) que se ponga en contacto directo por gravedad	Cuantitativa (Continua)	Se tomará en cuenta el grado de presión obtenida con un esfigmomanómetro o cuyo brazalete será insuflado a una base de 35 mmHg, y cuya variación indicará la presión ejercida por el dispositivo de inmovilización en la región lumbar (a nivel de la tercera y cuarta vértebra lumbar)	Medidas de tendencia central: media, mediana  Medidas de dispersión: desviación estándar, rango, varianza, máximo, mínimo	Formulario de recolección de datos

Variables	Definición	Tipo de Variable	Dimensión	Medida de tendencia central	Fuente
Presión Sacrococcígea	Fuerza ejercida por una superficie sobre un punto o prominencia anatómica (sacro) que se ponga en contacto directo por gravedad	Cuantitativa (Continua)	Se tomará en cuenta el grado de presión obtenida con un esfigmomanómetro o cuyo brazalete será insuflado a una base de 20 mmHg, y cuya variación indicará la presión ejercida por el dispositivo de inmovilización en la región lumbar (a nivel de la transición entre la quinta vértebra lumbar)	Medidas de tendencia central: media, mediana  Medidas de dispersión: desviación estándar, rango, varianza, máximo, mínimo	Formulario de recolección de datos
Desplazamiento en inclinación	Se refiere al grado de cinemática obtenida de un punto a otro, con un cambio en las condiciones biomecánicas base, es decir, desde un punto fijo a otro.	Cuantitativa (Discreta)	El desplazamiento será medido en la cabeza, tórax y pelvis, en dos fases.  La primera fase, medirá la posición base de la cabeza, tórax y pelvis en posición 0, al ubicar al participante en la tabla o colchón), luego se medirá la variación al transportarlo a una camilla.  La segunda fase será medir el	Medidas de tendencia central: media, mediana  Medidas de dispersión: desviación estándar, rango, varianza, máximo, mínimo	Formulario de recolección de datos

Variables	Definición	Tipo de Variable	Dimensión	Medida de tendencia central	Fuente
			<p>desplazamiento de la cabeza, tórax y pelvis, desde la posición en la camilla hasta la posición obtenida con una inclinación de 15, 35 y 45 grados con cabeza arriba, cabeza abajo y lateral.</p> <p>El desplazamiento será expresado en mm</p>		
Flexión-Extensión	Relación anatómica de acortamiento en la distancia de una articulación o segmento respecto a otro (flexión) o al incremento relativo a la relación antes mencionada (extensión)	Cuantitativa (Discreta)	<p>La flexión y extensión se medirán principalmente del cuello y el tronco, para esto se aplicará las medidas descritas en la NTE-INEN-ISO 11226, para la obtención de ángulos de inclinación de dichos segmentos.</p> <p>La flexión-extensión será expresado en grados</p>	<p>Medidas de tendencia central: media, mediana</p> <p>Medidas de dispersión: desviación estándar, rango, varianza, máximo, mínimo</p>	Formulario de recolección de datos

Variables	Definición	Tipo de Variable	Dimensión	Medida de tendencia central	Fuente
Desplazamiento cervical	Se refiere al grado de lateralización del cuello durante la inclinación o transporte en un dispositivo de inmovilización	Cuantitativa (Discreta)	La angulación del desplazamiento cervical, se tomará en relación a una proyección de la referencia axial del punto cervical (entre la 6ta y 7ma apófisis espinosa cervical), antes y después el transporte e inclinación.  El desplazamiento será expresado en grados	Medidas de tendencia central: media, mediana  Medidas de dispersión: desviación estándar, rango, varianza, máximo, mínimo	Formulario de recolección de datos

### 3.2. Tipo y Diseño de Investigación

Estudio analítico, observacional, comparativo de proporciones

### 3.3. Población del Estudio y Muestra Poblacional

Se trabajó con voluntarios del Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre y del Servicio Pre Hospitalario del Instituto Superior Tecnológico Cruz Roja Ecuatoriana durante el período octubre 2019 - febrero del 2020. Se consideró al personal técnico de emergencias médicas, tanto en el Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre como en el Servicio Pre Hospitalario del Instituto Superior Tecnológico Cruz Roja Ecuatoriana, cuya distribución se estableció mediante la aplicación de un muestreo opinático o de conveniencia

La muestra comprendió 200 voluntarios (en total) que componen: 100 personas voluntarias del Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre y 100 personas voluntarias del

Servicio Pre Hospitalario del Instituto Superior Tecnológico Cruz Roja Ecuatoriana. Se incluyeron todos los voluntarios que cumplen con los criterios de inclusión y exclusión.

De los 100 voluntarios de cada institución se dividió en dos grupos homogéneos, en el primer grupo de 50 voluntarios del Aeropuerto Mariscal Sucre de Quito y 50 voluntarios de voluntarias del Servicio Pre Hospitalario del Instituto Superior Tecnológico Cruz Roja Ecuatoriana la inmovilización se llevó a cabo con tabla espinal, en tanto que, las 50 personas que conformarán el segundo grupo del Aeropuerto Mariscal Sucre de Quito y 50 personas del Servicio Pre Hospitalario del Instituto Superior Tecnológico Cruz Roja Ecuatoriana se inmovilizaron con colchón de vacío, formando dos subgrupos homogéneos en cada una de las intervenciones por casa institución.

Es importante mencionar que, la muestra considerada de 100 personas por cada una de las instituciones participantes en este estudio (200 personas en total), busca reducir el sesgo observado en estudios similares a través de revisiones bibliográficas, pues, en 2 estudios de valoración de inmovilización con camilla en cesta, tabla espinal y colchón de vacío, se describe como limitante la pequeña cantidad de participantes, por lo que, no permite establecer una tendencia, en especial en la biomecánica asociada a cada una de las variantes posicionales de dichos estudios (en especial, inclinación, y traslado de una camilla a otra).

Al menos, 3 estudios, incluyeron un rango de 10 a 35 participantes, lo que conlleva a un sesgo en la obtención de medias, y por lo tanto, a un sesgo por error de clasificación no diferencial y a un sesgo por muestra no representativa. En este estudio, se controlará un probable sesgo por efecto de autoselección (voluntarios) aplicando los criterios de inclusión y exclusión. Además, considerando un número superior a 25 participantes, se elimina la probabilidad de sesgo por muestra no representativa, lo que permite obtener adecuadas tendencias estadísticas en cuanto a biomecánica y reducción de las limitaciones del estudio.

La muestra para la valoración ECOE se tomará del total de personal de pre-hospitalario disponible (15 personas universo, conformado por 5 del Aeropuerto

Internacional Mariscal Sucre y 10 voluntarias del Servicio Pre Hospitalario del Instituto Superior Tecnológico Cruz Roja Ecuatoriana) que actualmente conforman los grupos para inmovilización y transporte de pacientes.

### **3.4. Criterios de Inclusión**

- Personal sano y mayor a 18 años de edad
- Personal sin antecedentes de patología vertebral aguda o subaguda al momento de la valoración
- Personal sin restricción de movilidad o discapacidad física mayor al 60%
- Personal que haya consentido su ingreso al estudio

### **3.5. Criterios de Exclusión**

- Menores a 18 años de edad
- Discapacidad física o restricción de movilidad en cuello o tronco mayor al 60%
- Tratamiento actual de fisioterapia motriz o analgésica de extremidades, cuello o tronco
- Hipotensión ortostática o síncope no filiado, como antecedente patológico personal
- Cuadros recientes (hasta 2 semanas) de vértigo paroxístico benigno
- Personal bajo el efecto de alcohol o estupefacientes
- Personal que no haya consentido su ingreso al estudio

### **3.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Muestra**

#### **3.6.1. Procedimientos para recolección de la información**

##### **3.6.1.1. Recolección y organización de datos**

Para la recolección de datos se diseñó un formulario de recolección de datos (Anexo 1) en donde se establecieron los parámetros en relación a las variables del estudio determinadas en la operacionalización de variables.

En la aplicación del formulario de recolección de datos se tomaron las medidas necesarias para las variables cuantitativas y una entrevista simple a los voluntarios para las variables cualitativas tanto en el Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre como en el Servicio Pre Hospitalario del Instituto Superior Tecnológico Cruz Roja Ecuatoriana El formulario de recolección de datos, estuvo compuesto por las siguientes secciones:

- **Bloque A – Datos Generales:** en donde se asignó una numeración al formulario, y se anotó: edad del voluntario, sexo, talla, índice de masa corporal
- **Bloque B – Dispositivos y Entrenamiento de personal de pre-hospitalaria:** en donde se recogieron los datos relativos a: dispositivo para inmovilización utilizado, habilidades y destrezas para la inmovilización del personal de pre-hospitalaria.
- **Bloque C – Análisis de biomecánica:** en esta sección se recolectaron los datos relativos a: tiempo de inicio del discomfort, valoración de discomfort, presión occipital, presión lumbar, presión sacro-coccígea, desplazamiento en inclinación, flexión-extensión y desplazamiento cervical

La información recolectada mediante el formulario de recolección de datos, se ingresó a una base parametrizada de datos en Microsoft Excel 2010 y posterior se realizó la extrapolación de dicha base al software estadístico IBM SPSS Statistics 23.0 para su análisis estadístico y generación de gráficas.

### **3.6.2. Procedimientos de diagnóstico e intervención**

#### **3.6.2.1. Evaluación Clínica Observada Estructurada (ECO-E)**

Para la valoración de los conocimientos relativos a las indicaciones de inmovilización espinal completa, se utilizaron los criterios establecidos por el Colegio Americano de Cirujanos, Colegio Americano de Médicos de Emergencias y la Asociación Nacional de Especialistas en Emergencias Médicas, y los criterios determinados en el

Soporte Vital Avanzado en Trauma (ATLS) y Soporte Vital Avanzado en Trauma Pre-hospitalario (PHTLS), que constituyen la estación 1 de la rúbrica de evaluación.

La estación 2 para la evaluación ECOE, se consideró la valoración de la atención y triage del paciente simulado en trauma, así como la comunicación con el equipo de trabajo, estrategia de inmovilización y uso inicial del dispositivo.

La estación 3, evaluó las habilidades en el manejo del dispositivo, tanto en la ubicación inicial, aseguramiento, transporte y manipulación del paciente simulado.

La evaluación se realizó con dos pacientes simulados, que permitieron evaluar la aplicación o no del uso de dispositivos de inmovilización en dos fases. La primera fase se ejecutó sin instrucción previa, y la segunda fase se ejecutó luego de una inducción y capacitación respecto a las técnicas de inmovilización, indicaciones y forma de manejo, que en consecuencia, constituyen las fases de pre y post-intervención.

El diseño de la rúbrica de valoración de ECOE y casos simulados para la valoración de pre y post intervención, se describen en los anexos 2 y 3.

### **3.6.2.2. Valoración biomecánica**

#### ***Traslado de voluntarios desde área de rescate, camilla de transporte a camilla de evaluación final***

Para la valoración biomecánica, se solicitó a los voluntarios se recuesten en el piso, lugar desde donde fueron trasladados a una camilla de transporte con elevación telescópica, misma que ofrece una altura mínima inicial de 25 cm; el traslado se hizo con el uso de una tabla espinal y colchón de vacío sin el uso de collarín cervical. Luego del traslado a la camilla de transporte, se trasladó al voluntario hasta una camilla electrónica con función de inclinación a una altura de 65 a 75 cm.

### ***Valoración del grado de inclinación***

El grado de inclinación, fue descrito con un goniómetro e inclinómetro digital marca Bosch Modelo DWM-40L (Figura 2), con calibración vigente, que fue colocado en el borde firme de la plataforma en el que se asienta la colchoneta de la camilla electrónica de modo que el nivelador hidrostático se halló en el centro.

Se procedió a inclinar la mesa hacia arriba (cabeza arriba), hacia abajo (cabeza abajo) y lateral, de forma que, la base del inclinómetro quede en el punto inicial (sostenido con una mesa de aluminio complementaria) y el director de bisectriz del medidor siguió el borde de la camilla. Esto se realizó con el fin de evaluar, la inclinación de la mesa desde los 10 grados hasta los 45 grados.



***Figura 5. Goniómetro – Inclinómetro Digital***

Los niveles hidrostáticos se muestran en verde en el brazo de base, en tanto que, el brazo bisectriz se muestra por completo en gris. El resultado en grados se expresa en una pantalla digital genérica

### ***Valoración de presiones en puntos anatómicos***

Para la valoración se utilizó un tensiómetro anerode Riester Ri-San (Figura 3), manual y con calibración vigente con un restrictor de fuga. Fue insuflado hasta 20 mmHg (para la medición de la presión en los puntos occipitales y sacro-coccígeos) y a 35 mmHg (para la medición de la presión en los puntos a nivel de la región lumbar); se registró la

variación de presión al colocar al voluntario en la tabla espinal y colchón de vacío (como resultado obtenido de la resta del valor medido y la presión de insuflación inicial). La medición se realizó por un lapso de 5 minutos, y por una sola vez por voluntario.

La referencia de ubicación del brazalete para la región occipital fue la eminencia occipital superior con la cabeza en posición neutra. El punto de referencia para la región lumbar fueron las apófisis espinosas de la tercera y cuarta vértebra lumbar y para el sacrocóccigeo fue la transición de la quinta vértebra lumbar e inicio de la línea interglútea.



*Figura 6.. Tensiómetro Aneroide Riester Ri-San*

### ***Valoración de desplazamientos***

#### ***a. Evaluación de los desplazamientos en inclinación***

Para evaluar el desplazamiento en inclinación, se realizaron dos controles. El primer control fue descrito con la ubicación de puntos base, una vez que el voluntario fue posicionado en la cama eléctrica, en tanto que, el segundo control se ubicaron los puntos de referencia con inclinación leve ( $15^\circ$ ), moderada ( $25^\circ$ ) y máxima ( $35^\circ$ ).

Para los controles se usaron dos métodos para evitar sesgo en la medición, el primer método consistió en la ubicación de los puntos de referencia de la cabeza (eminencia occipital), tórax (apófisis espinosa de la quinta o sexta vértebra dorsal) y pelvis (transición de la quinta vértebra lumbar e inicio de la línea interglútea) con adhesivos de color verde (para los puntos base) y violeta (para los puntos obtenidos por cada tipo de inclinación).

El segundo método de control, fue la colocación de una cinta en cada región de referencia con un pad embebido en tinta de color negro, que mostró el rastro de desplazamiento en cada grado de inclinación. El esquema de esta distribución de los puntos de referencia e inclinaciones (que fueron controlados con el goniómetro antes descrito), se muestran en la Figura 4.

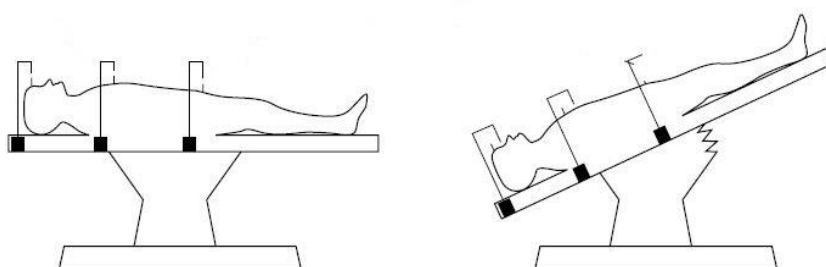


Figura 7. Esquema de valoración de desplazamientos en inclinación

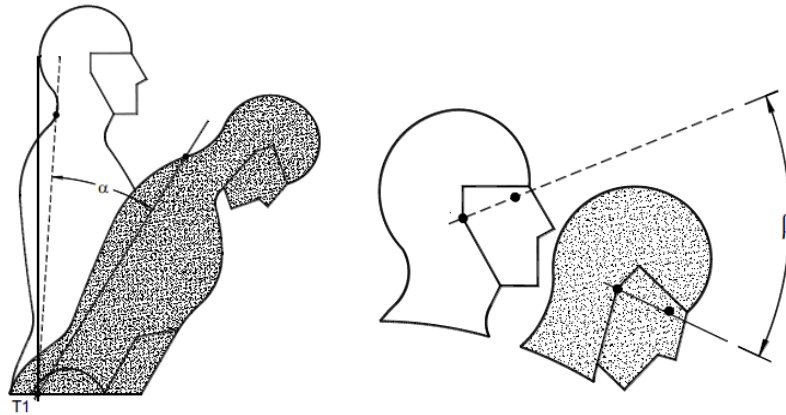
#### ***b. Evaluación de la flexión-extensión y desplazamiento cervical***

La valoración de la flexión y extensión (de tronco y cuello principalmente), se realizó mediante toma fotográfica en primer plano (de la cabeza) y plano medio (para el tronco) del lado izquierdo y derecho, de tal manera que se observaron las siguientes referencias:

- a. Para la cabeza: visualización del canto externo del ojo y visualización del lóbulo del oído.
- b. Para el tronco: visualización del punto cervical o al menos el punto de inicio de la curvatura dorsal y la visualización de la cadera.

La medición de la flexión y extensión (durante la inclinación), se realizó siguiendo las recomendaciones establecidas en la norma ecuatoriana *NTE-INEN-ISO 11226. Evaluación de las posturas de trabajo estáticas*, misma que establece determinar los

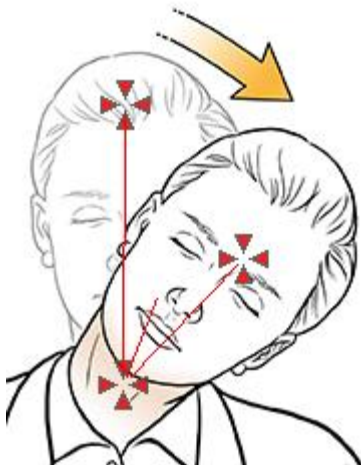
ángulos de referencia de la persona en posición antropométrica (vista al frente en relación al plano de Frankfurt, palmas adosadas al cuerpo y pies abiertos a 35 grados con los talones juntos), para después valorar la inclinación (tronco) y flexo-extensión cuello, que se muestran en la Figura 5.



**Figura 8. Esquema de medición de las posturas estáticas de tronco y cuello.**

A la izquierda, se evidencia la obtención del ángulo alfa o de inclinación del tronco, mismo que se obtiene de la sustracción entre el ángulo de referencia (o de inclinación en postura antropométrica) y el ángulo medido. A la derecha, la medición del ángulo beta (uno de los elementos para el cálculo de la flexión-extensión final del cuello); el ángulo beta se obtiene de la sustracción del ángulo de referencia (o de inclinación en postura antropométrica) y el ángulo medido. El ángulo de flexión o extensión del cuello final, se obtiene de la resta entre el ángulo alfa obtenido en la valoración del tronco y el ángulo beta.

La valoración de la lateralización del cuello, se obtuvo mediante una toma fotográfica frontal de la cabeza, tomando a la quijada como punto de referencia y la glabella como punto de orientación para establecer el ángulo. El ángulo se obtiene de la medición del rastro de desplazamiento de la línea perpendicular formada entre la quijada y la glabella (Figura 6).



**Figura 9. Valoración del desplazamiento cervical**  
La medición se realiza tomando a la quijada como punto guía, de la cual, se traza una perpendicular en relación al plano medio (línea larga), mientras que, el punto de angulación es el rastro de la línea obtenida entre la quijada y la glabella (línea corta)

Las angulaciones de las fotografías obtenidas, se realizaron con el software Meazure, versión 2.0.1.

### **3.7. Aspectos Bioéticos**

#### **3.7.1. Propósito:**

Este estudio busca determinar las diferencias biomecánicas y operativas del uso de los dispositivos tabla espinal y colchón de vacío para la inmovilización y transporte de pacientes, lo que permitirá definir el dispositivo con mejor performance.

#### **3.7.2. Procedimiento:**

Esta investigación no involucró ningún tipo de intervención experimental o de tratamiento específico con los voluntarios del estudio, de manera que no implicó ningún riesgo para los voluntarios o los investigadores. Los datos como nombres, edad, género, hallazgos antropométricos, puntuaciones en evaluaciones clínicas y estructuras se recolectaron en un formulario de datos, que fueron manejados únicamente por el equipo investigador, evitando por lo tanto, violar los derechos de cada voluntario.

Los nombres de los voluntarios que se incluyeron fueron codificados, garantizando así el resguardo de la información y confidencialidad, conforme lo estipulado en la Declaración de Helsinki del 2008.

Este protocolo fue presentado al Subcomité de Bioética de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE), organismo que validó el protocolo diagnóstico y autorizó su ejecución.

### **3.7.3. Confidencialidad de la información:**

Se garantizó la confidencialidad de la información contenida en los formularios de datos del presente estudio, así como la identidad de los participantes, mediante la omisión de nombres, direcciones, contactos telefónicos, direcciones electrónicas en la fase de obtención de datos.

### **3.7.4. Consentimiento Informado:**

Dado que este estudio se realizó de forma prospectiva y con inclusión de voluntarios, se elaboró un Consentimiento Informado (Anexo 4) según los lineamientos definidos por la Organización Mundial de la Salud, y sometido a revisión por el Subcomité de Bioética de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Medicina.

Previo a la participación de cada voluntario en las diferentes sedes donde se ejecutó el estudio, se firmó este documento sin ninguna excepción por todos los voluntarios.

### **3.8. Plan de Análisis de Datos**

Para el análisis de los datos obtenidos por cada variable de estudio se aplicó estadística descriptiva e inferencial.

Se determinaron agrupaciones de variables, las cuales se explican a continuación:

La variable <<edad>>, fue agrupada en las siguientes categorías:

- 18 a 35 años
- 35 a 45 años
- Mayor a 45 años

La variable <<índice de masa corporal>> fue agrupada en las siguientes categorías:

- Peso Bajo (Menor a  $18.5 \text{ kg/m}^2$ )
- Peso Normal ( $18.5$  a  $24.9 \text{ kg/m}^2$ )
- Sobrepeso ( $25$  a  $29.9 \text{ kg/m}^2$ )

- Obesidad (Mayor a 30 kg/m<sup>2</sup>)

La variable <<habilidades y destrezas para la inmovilización>> resultante de la rúbrica ECOE, fue agrupada en las siguientes categorías:

- 49-60 puntos= Excepcional
- 37-48 puntos= Supera las expectativas
- 25 a 36 puntos=Cumple las expectativas
- 13 a 24 puntos=Necesita mejorar
- Menor a 12 puntos= No satisfactorio

La variable <<discomfort>> resultante de la evaluación con escala EVA, fue agrupada en las siguientes categorías:

- 1 a 3 puntos: Leve
- 4 a 6 puntos: Moderado
- 7 a 10 puntos: Severo

### **3.8.1. Estadística descriptiva**

Para las variables cuantitativas discretas y continuas <<edad>> <<índice de masa corporal>>, <<talla>>, <<habilidades y destrezas para la inmovilización>>, <<grado de inclinación>>, <<tiempo de inicio del discomfort>>, <<discomfort>>, <<presión occipital>>, <<presión lumbar>>, <<presión sacro-coccígea>>, <<desplazamiento en inclinación>>, <<flexión/extensión>>, <<desplazamiento cervical>>, se aplicaron las siguientes medidas:

- Tendencia central: media
- Dispersión: desviación estándar

Para las variables cualitativas nominales y ordinales <<sexo>>, <<edad (agrupada)>>, <<índice de masa corporal (agrupada)>>, <<habilidades y destrezas para la inmovilización (agrupado)>>, <<discomfort (agrupado)>>, <<dispositivo para inmovilización>>, se analizaron con:

- Frecuencia relativa y absoluta

Se expresaron los resultados en tablas de contingencia personalizadas para caracterización de la muestra de estudio, y la descripción de aspectos relativos a la medición de las condiciones biomecánicas.

### **3.8.2. Estadística inferencial**

#### *Análisis bivariados (diferencia de medias)*

Para el análisis de las medias obtenidas en las mediciones biomecánicas y confort, se tomó como variable de agrupación a <<dispositivo para inmovilización>>, mientras que, las variables a contrastar fueron: <<tiempo de inicio del discomfort>>, <<discomfort>>, <<presión occipital>>, <<presión lumbar>>, <<presión sacro-coccígea>>, <<desplazamiento en inclinación>>, <<flexión/extensión>> y <<desplazamiento cervical>>, y se aplicó finalmente el siguiente test:

- T de Student para muestras independientes

En conjunto al test T de Student, se calculó el estadístico de homocedasticidad de Levene, que permitió contrastar las varianzas. Se asumió para el test T de Student un valor de  $p < 0.05$ , para establecer significancia estadística.

Las medias obtenidas por cada una de las mediciones realizadas, fueron representadas mediante la construcción de Box Plots, en donde además se incluyó los resultados de los test de Levene y T de Student.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

Se analizaron un total de 200 voluntarios (100 en la sede del Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre y 100 voluntarias del Servicio Pre Hospitalario del Instituto Superior Tecnológico Cruz Roja Ecuatoriana. En las dos sedes los voluntarios fueron principalmente del sexo masculino (58% en el Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre y 62% del Servicio Pre Hospitalario del Instituto Superior Tecnológico Cruz Roja Ecuatoriana) (Tabla 1).

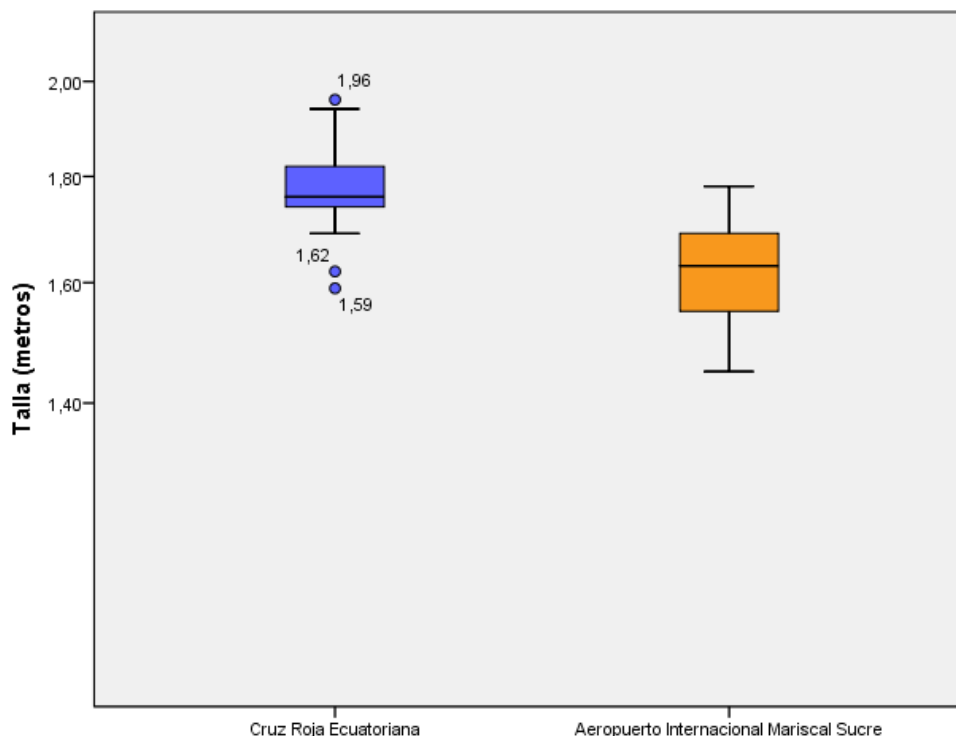
Tanto en la sede del Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre como en el Servicio Pre Hospitalario del Instituto Superior Tecnológico Cruz Roja Ecuatoriana, el rango de edad de los participantes se ubicó entre los 30 a 45 años (51% y 46% respectivamente), con un promedio de 31.5 años (DE±: 9.4) y 36.5 años (DE±: 10.5) respectivamente (Tabla 1).

**Tabla 1. Características demográficas de los participantes en la evaluación funcional del colchón de vacío y tabla espinal, 2020**

Variable	I.S Cruz Roja Ecuatoriana		Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre		$\chi^2$	p*
	N	%	n	%		
<b>Sexo</b>						
Masculino	58	58,0%	62	62,0%	0,333	0,564
Femenino	42	42,0%	38	38,0%		
<b>Edad (años)</b>						
De 18 a 30	29	29,0%	32	32,0%	0,501	0,779
De 30 a 45	51	51,0%	46	46,0%		
Mayor a 45	20	20,0%	22	22,0%		

*Fuente: Formulario de recolección de datos en campo  
Elaborado por: Benalcázar M., Serrano R. (2020)*

En cuanto a las características antropométricas, el promedio con respecto a la talla de los participantes fue de 1.78 m (DE±: 0.07, valor máximo: 1.96 m y valor mínimo: 1.59 m) en los participantes del Instituto Superior Tecnológico Cruz Roja Ecuatoriana y de 1.62 m (DE±: 0.09, valor máximo: 1.78 m y valor mínimo: 1.45 m) en los participantes del Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre (Figura 10).



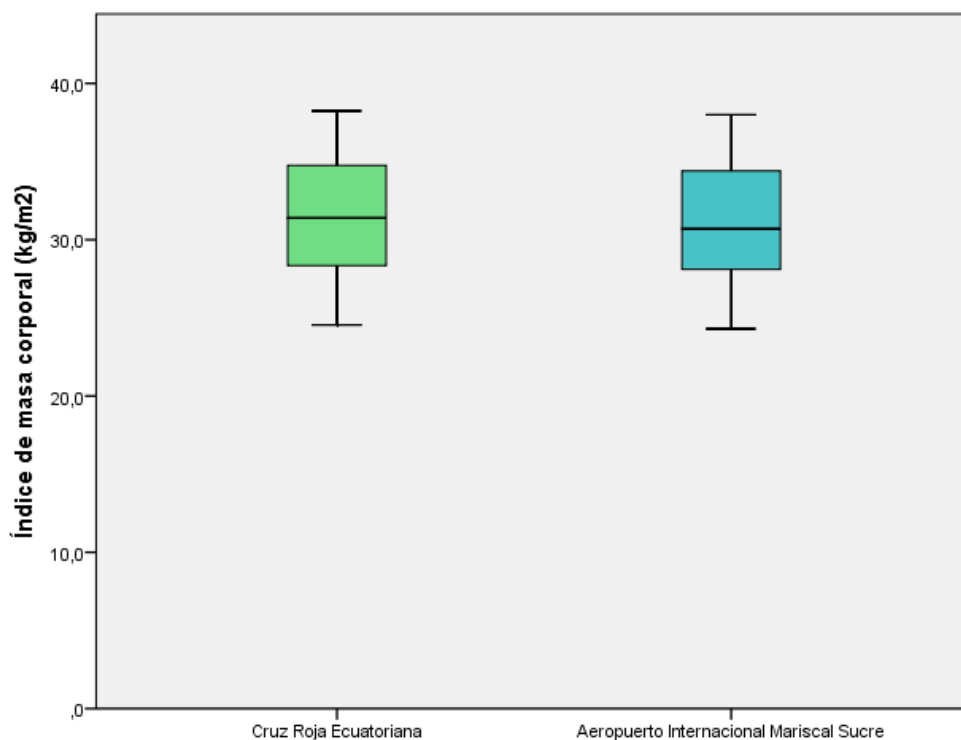
**Figura 10. Talla de los participantes por sede de valoración**

En el caso de los participantes del I.S. Cruz Roja Ecuatoriana, se evidenciaron con mayor frecuencia valores extremos (esferas azules) que en los participantes del Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre.

Fuente: Formulario de recolección de datos en campo  
Elaborado por: Benalcázar M., Serrano R. (2020)

En relación al índice de masa corporal, se obtuvo un promedio de 31.6 kg/m<sup>2</sup> (DE±: 3.9, valor máximo: 38.2 kg/m<sup>2</sup> y valor mínimo: 24.5 kg/m<sup>2</sup>) en la sede del Servicio Pre Hospitalario del Instituto Superior Tecnológico Cruz Roja Ecuatoriana y de 31.1 kg/m<sup>2</sup> (DE±: 4, valor máximo: 38 kg/m<sup>2</sup> y valor mínimo: 24.3 kg/m<sup>2</sup>) en el Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre (Figura 11).

Al agrupar en categorías definidas por la Organización Mundial de la Salud en función del índice de masa corporal, el 98% de los participantes en la sede del Servicio Pre Hospitalario del Instituto Superior Tecnológico Cruz Roja Ecuatoriana presentan sobrepeso (34%) y obesidad (64%), en tanto que, el 94% de participantes en el Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre presentan sobrepeso (38%) y obesidad (56%).

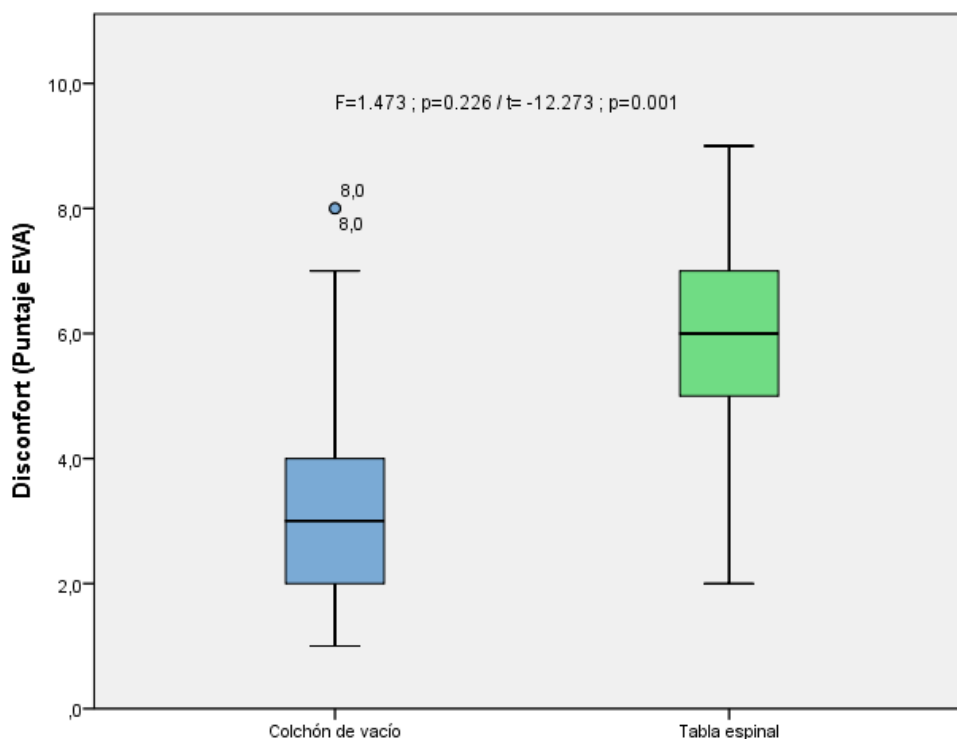


**Figura 11. Índice de masa corporal de los participantes por sede de evaluación**

No se evidenciaron valores extremos importantes en ambos grupos, tampoco rangos intercuartiles amplios en la distribución de los datos.

Fuente: Formulario de recolección de datos en campo  
Elaborado por: Benalcázar M., Serrano R. (2020)

Al evaluar el confort en relación a los dispositivos de estudio, se encontró una media en el puntaje EVA (Escala Visual y Análoga) para dolor o molestia de 3.46 (DE±: 1.46) cuando se utilizó el colchón de vacío, en tanto que, la media en esta puntuación fue de 6.15 (DE±: 1.62) cuando se utilizó la tabla espinal (Figura 12).

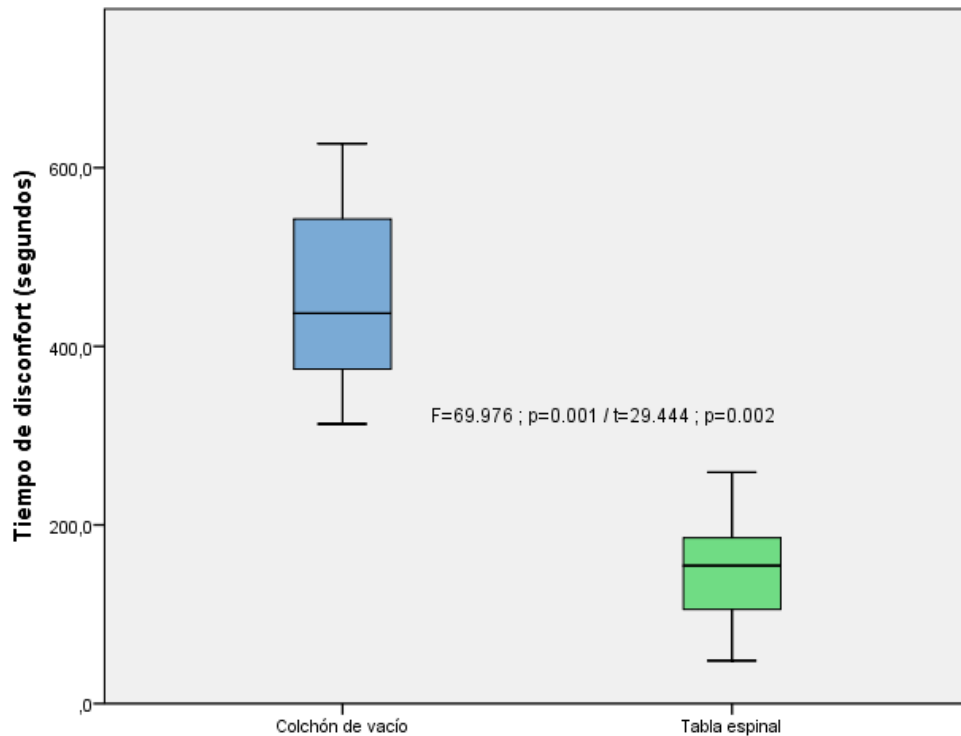


**Figura 12. Evaluación de disconfort mediante puntaje EVA por dispositivo de inmovilización**

Los valores extremos evidenciados en el colchón de vacío son menores incluso a los rangos máximos de puntaje de la tabla espinal. Según el estadístico de Levene (F), no se evidencia diferencia entre las varianzas. En el contraste de medias, hay diferencias significativas entre ambos dispositivos en el test T de Student.

Fuente: Formulario de recolección de datos en campo  
Elaborado por: Benalcázar M., Serrano R. (2020)

El promedio de tiempo transcurrido entre el inicio de la inmovilización y la presencia de disconfort o dolor fue de 456.6 segundos (DE±: 93.22) al uso de colchón de vacío y de 149.94 segundos (DE±: 46.45) al uso de la tabla espinal (Figura 13).

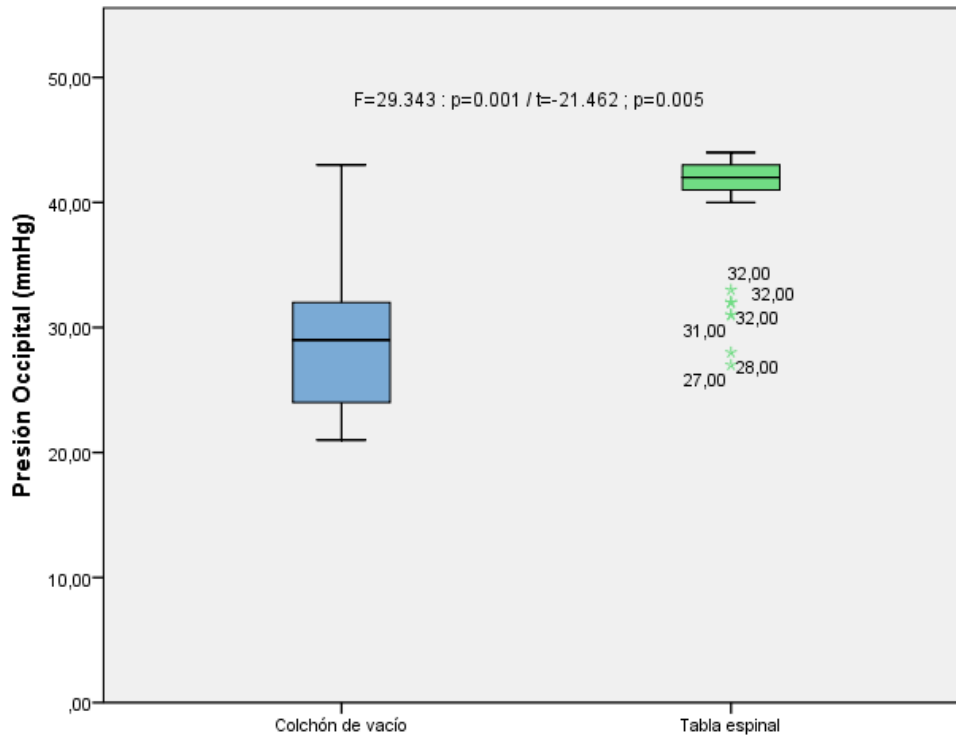


**Figura 13. Tiempo de aparición de discomfort según dispositivo de inmovilización**

No se evidenciaron valores extremos significativos en ambos dispositivos. Se evidencia una diferencia de medias estadísticamente significativa a favor del colchón de vacío en el test T de Student (t), además, se evidencia una diferencia significativa de varianzas en el test de Levene (F).

Fuente: Formulario de recolección de datos en campo  
Elaborado por: Benalcázar M., Serrano R. (2020)

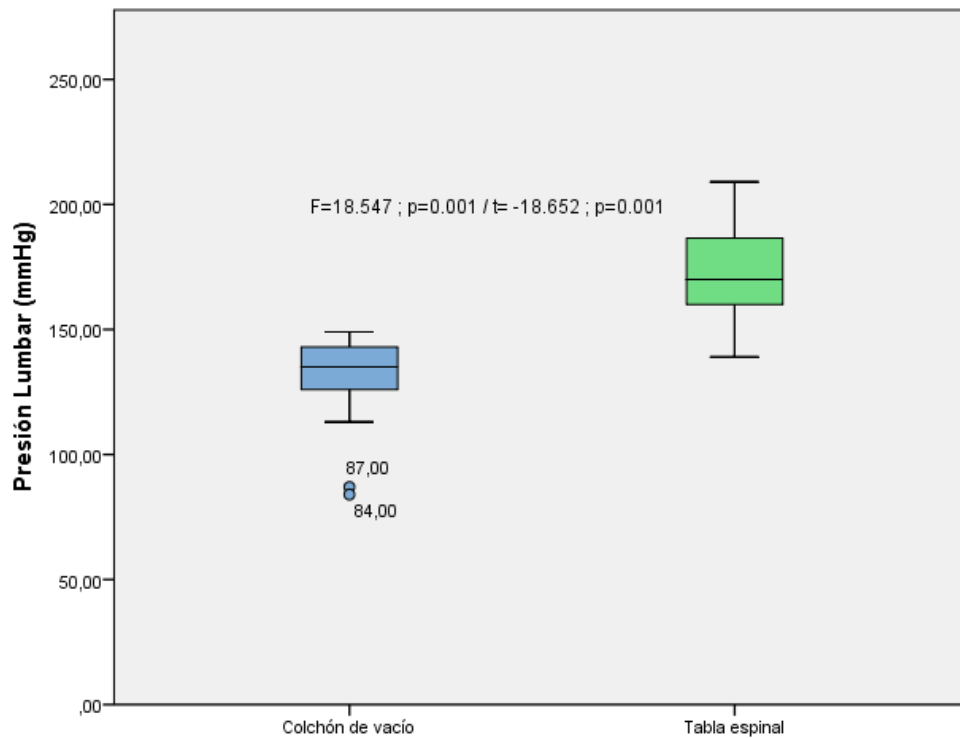
Al analizar la biomecánica estática mediante la medición de la presión normal ejercida por parte del dispositivo en función de los puntos anatómicos de soporte en cada uno de los voluntarios, se encontró una media de presión occipital de 28.60 mmHg (DE±: 4.86) con el colchón de vacío y de 41.34 mmHg (DE±: 3.39) con el uso de tabla espinal (Figura 14).



**Figura 14. Presión occipital ejercida según dispositivo de inmovilización**  
 Los outliers inferiores observados en el uso de la tabla espinal (asterisco verde), son equivalentes al percentil 75 e incluso la media de lo observado con el colchón de vacío.  
 Las varianzas entre ambos dispositivos son diferentes, de acuerdo al estadístico de Levene (F). Hay diferencias significativas en las medias de presión occipital entre ambos dispositivos en el test T de Student (t).

Fuente: Formulario de recolección de datos en campo  
 Elaborado por: Benalcázar M., Serrano R. (2020)

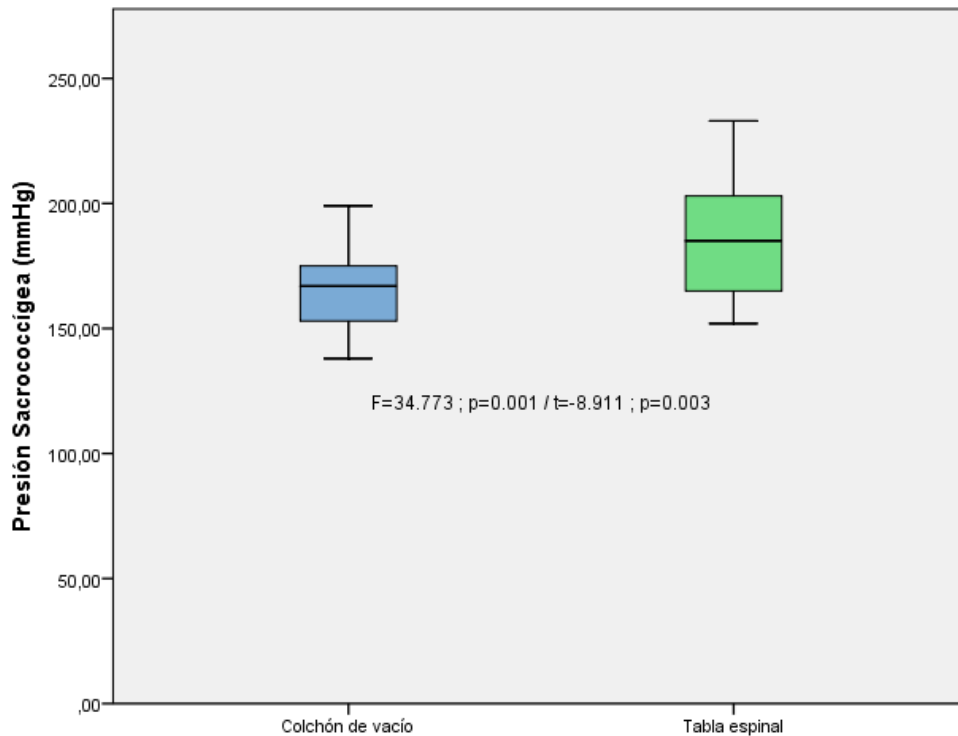
Por otro lado, en la evaluación de la presión lumbar en cada uno de los dispositivos, se evidenció una media de presión de 133.06 mmHg (DE±: 12.36) cuando se utilizó el colchón de vacío y una media de presión de 173.28 mmHg (DE±: 17.66) con el uso de la tabla espinal (Figura 15).



**Figura 15. Presión lumbar ejercida según dispositivo de inmovilización**  
 Los outliers inferiores del colchón de vacío muestra la baja presión normal ejercida durante la inmovilización. En la relación entre los valores obtenidos hay una diferencia significativa en las medias de presión entre ambos dispositivos en el test T de Studente (t). En el estadístico de Levene (F), no se asumieron varianzas iguales.

Fuente: Formulario de recolección de datos en campo  
 Elaborado por: Benalcázar M., Serrano R. (2020)

El promedio obtenido de la presión ejercida en la región sacrocóccigea por cada uno de los dispositivos, fue de 162.88 mmHg (DE±: 14.16) con el colchón de vacío y de 186.04 mmHg (DE±: 21.79) con la tabla espinal (Figura 16).



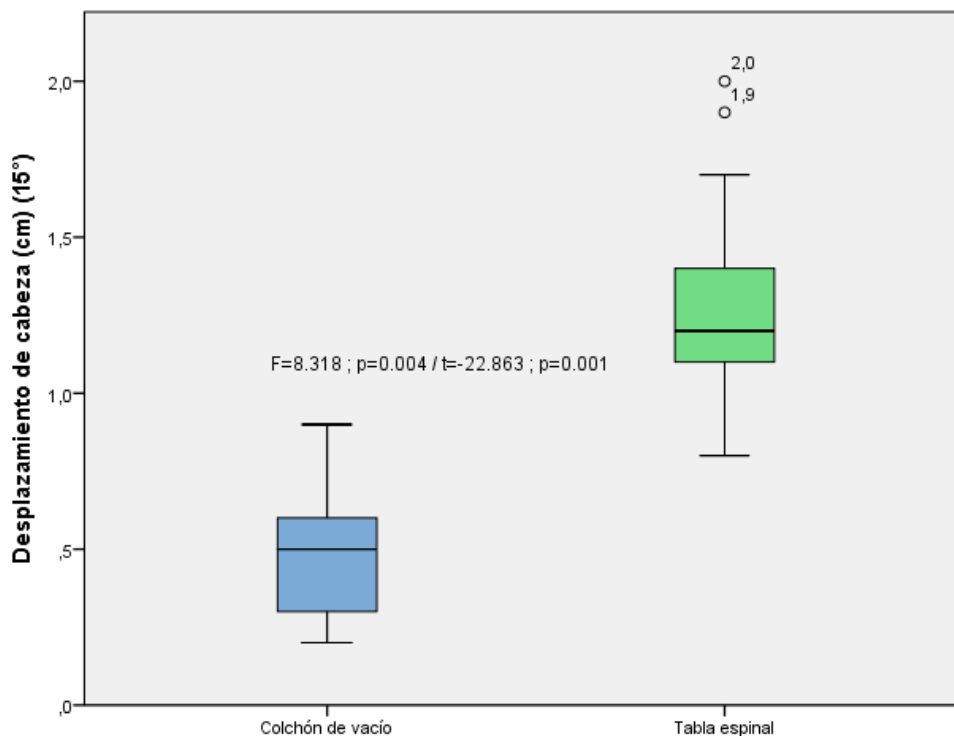
**Figura 16. Presión sacrocóccigea ejercida según dispositivo de inmovilización**  
 No se evidenciaron outliers importantes en cada uno de los valores de los dispositivos analizados. Las varianzas entre ambos dispositivos fueron diferentes según el test de Levene (F), y se encontró diferencias significativas en las medias de presión sacrocóccigea ejercida por cada uno de los dispositivos en el test T de Student (t).

Fuente: Formulario de recolección de datos en campo  
 Elaborado por: Benalcázar M., Serrano R. (2020)

En relación a la evaluación biomecánica dinámica a nivel de la cabeza, se evidenció una media de desplazamiento cuando los dispositivos se inclinaron a 15 grados de 0.49 cm (DE±: 0.18) con el uso de colchón de vacío y de 1.23 cm (DE±: 0.27) en el caso del uso de tabla espinal (Figura 17).

Al inclinar los dispositivos a 35 grados, el promedio de desplazamiento de la cabeza fue de 3.08 cm (DE±: 0.56) con el uso de colchón de vacío y de 4.18 cm (DE±: 2.50) con el uso de tabla espinal (Figura 18).

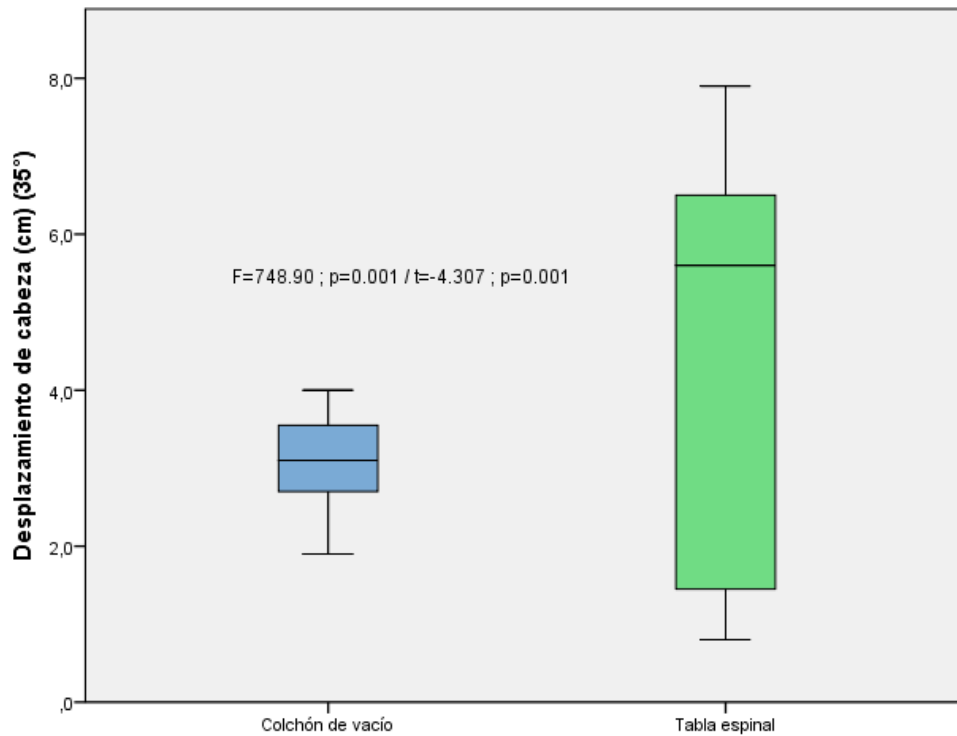
En una inclinación máxima (45 grados), el desplazamiento medio de la cabeza cuando se utilizó el colchón de vacío fue de 3.96 cm (DE±: 0.65) y de 7.88 cm (DE±: 0.53) cuando se utilizó la tabla espinal (Figura 19).



**Figura 17. Desplazamiento de la cabeza a 15° de inclinación según dispositivo**

Los desplazamientos de la cabeza fueron mayores con el uso de la tabla espinal con outliers superiores incluso de 1.9 a 2.0 cm. Hubo diferencia en las varianzas en función del desplazamiento entre ambos dispositivos según el test de Levene (F), y se encontró diferencias significativas en las medias de desplazamiento obtenidas según el test T de Student (t)

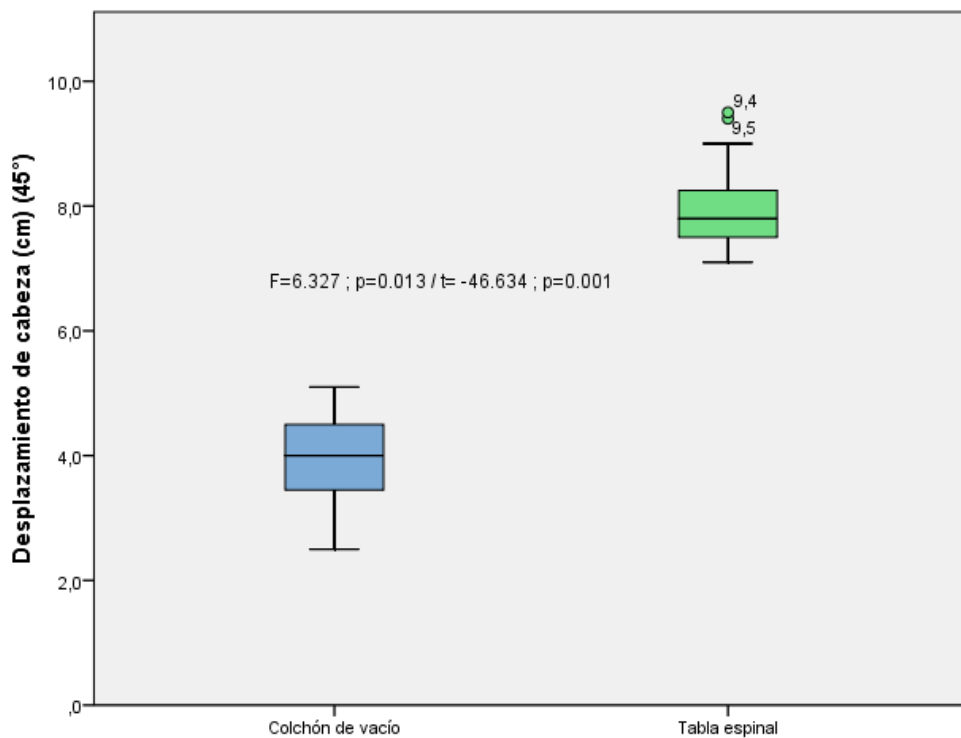
Fuente: Formulario de recolección de datos en campo  
Elaborado por: Benalcázar M., Serrano R. (2020)



**Figura 18. Desplazamiento de la cabeza a 35° de inclinación según dispositivo**

Los rangos intercuartiles de desplazamiento al uso de la tabla espinal son amplios entre el percentil 75 y 25, lo que indica un desplazamiento disperso de la cabeza en inclinación moderada con este dispositivo. Los valores de desplazamiento de la tabla espinal en su límite superior ( $Q3 + 1.5 * RIC$ ), llega incluso a 8 cm. Las varianzas entre los desplazamiento obtenidos son diferentes entre si, según el test de Levene (F). Las medias son significativamente diferentes entre si, según el test T de Student (t).

Fuente: Formulario de recolección de datos en campo  
 Elaborado por: Benalcázar M., Serrano R. (2020)



**Figura 19. Desplazamiento de la cabeza a 45° de inclinación según dispositivo**

El rango intercuartil de desplazamiento es superior con el uso de la tabla espinal frente al colchón de vacío, por lo que, no son comparables. Los valores extremos superiores de desplazamiento en la tabla espinal llega incluso a 9.5 cm, en tanto que, el límite superior (Q3+1.5\*RIC) con el colchón de vacío llega a 5 cm. Las varianzas entre ambos dispositivos en función de su desplazamiento son diferentes según el test de Levene (F).

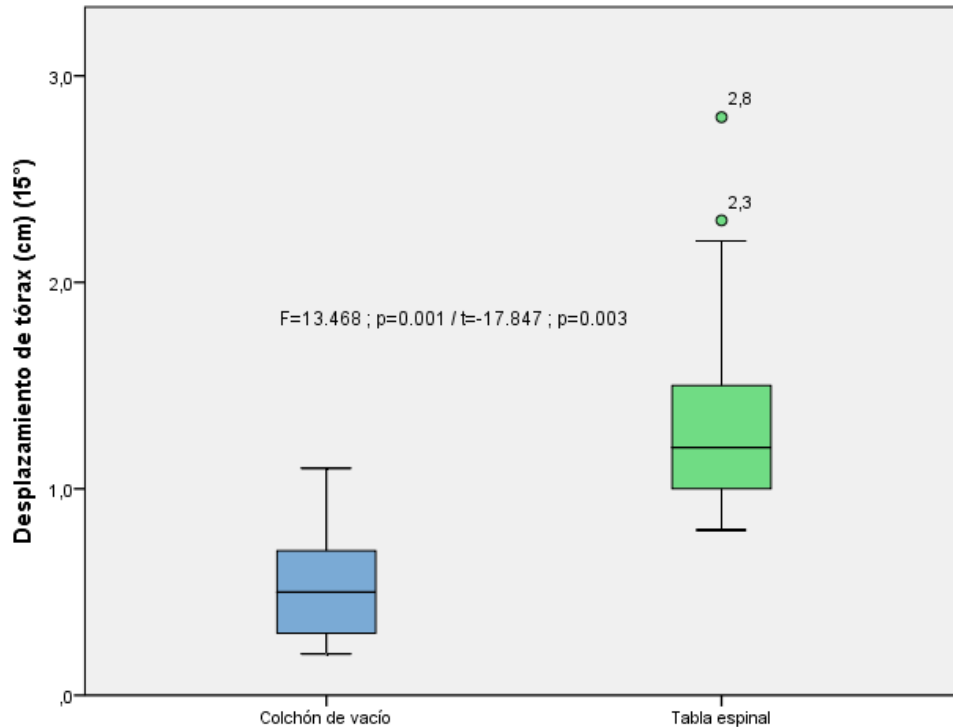
Las medias de desplazamiento son significativamente diferentes entre ambos dispositivos según el test T de Student (t)

Fuente: Formulario de recolección de datos en campo  
Elaborado por: Benalcázar M., Serrano R. (2020)

En relación a la biomecánica, la dinámica del tórax según cada uno de los dispositivos, se evidenció una media de desplazamiento cuando los dispositivos se inclinaron 15 grados de 0.51 cm (DE±: 0.22) en el caso del colchón de vacío y de 1.31 cm (DE±: 0.39) en el caso de la tabla espinal (Figura 20).

Cuando la inclinación en cada uno de los dispositivos fue de 35 grados, el desplazamiento obtenido al uso del colchón de vacío fue de 3.67 cm (DE±: 0.62), mientras que, al uso de la tabla espinal, el desplazamiento medido fue de 4.57 cm (DE±: 1.77) (Figura 21).

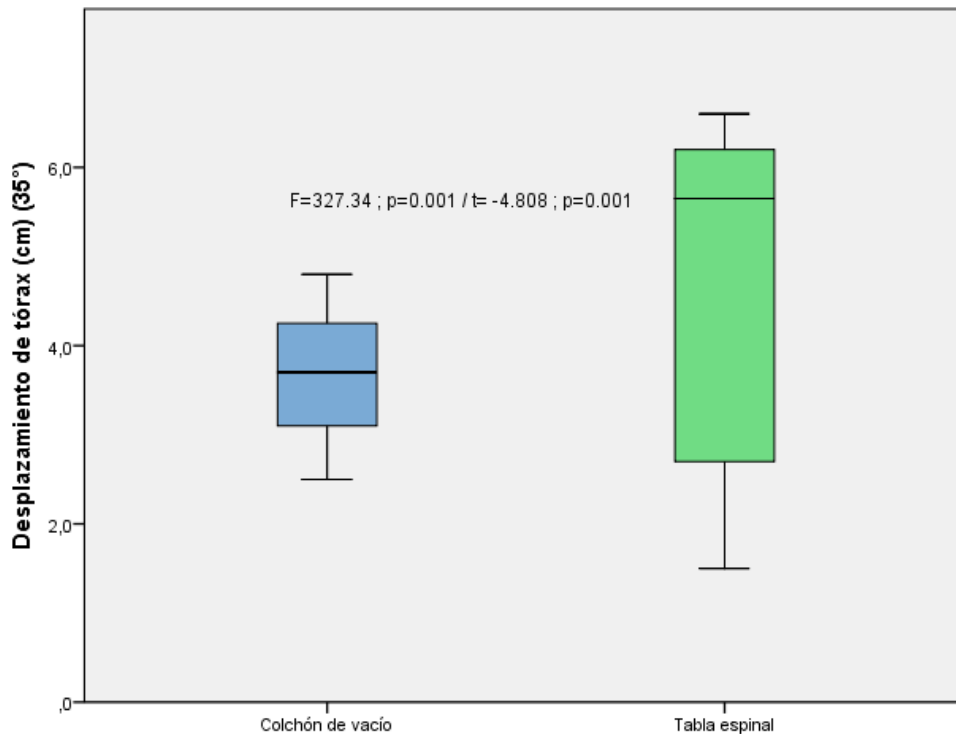
En la inclinación máxima de 45 grados en cada uno de los dispositivos, el promedio en el desplazamiento del tórax medido en el colchón de vacío fue de 4.42 cm (DE±: 0.43) y de 7.34 cm (DE±: 0.45) en la tabla espinal (Figura 22).



**Figura 20. Desplazamiento del tórax a 15° de inclinación según dispositivo**

La mediana del desplazamiento del tórax en el caso de la tabla espinal se ubica en 1.5 cm y un rango intercuartil entre 1 a 1.8 cm. Con la tabla espinal se evidencian outliers superiores hasta de 2.8 cm. En el caso de los desplazamiento con el colchón de vacío, el límite superior alcanza 1.1 cm. Las varianzas de los desplazamientos obtenidos son diferentes entre ambos dispositivos, de acuerdo al test de Levene (F). Las medias de desplazamientos son significativamente diferentes entre ambos dispositivos de acuerdo al test T de Student (t).

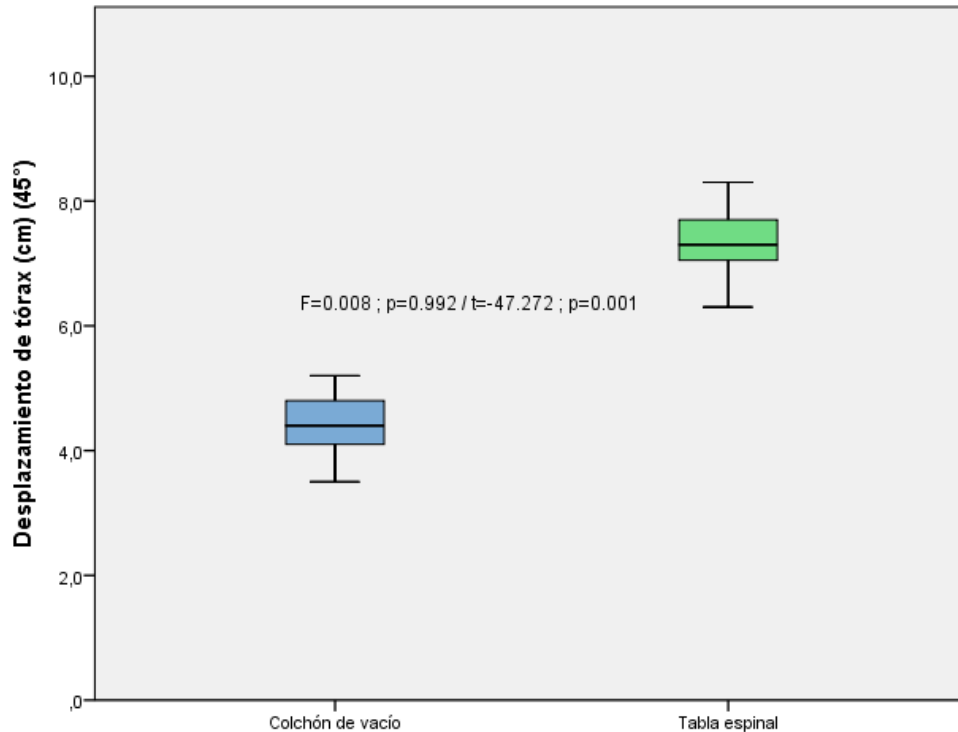
Fuente: Formulario de recolección de datos en campo  
Elaborado por: Benalcázar M., Serrano R. (2020)



**Figura 21. Desplazamiento del tórax a 35° de inclinación según dispositivo**

El rango intercuartil en el caso de la tabla espinal es bastante amplio, por lo cual, se entiende que, los desplazamientos obtenidos con este dispositivos son variables y ampliamente dispersos. La ubicación de la mediana es hacia 5.8 cm, y se acerca al tercer cuartil, asumiendo con esto que la distribución de los datos es asimétrica negativa. En el caso del colchón de vacío, no se evidencian rangos intercuartílicos amplios, y la distribución de los datos de desplazamiento son simétricos. El límite superior del desplazamiento con colchón de vacío es de 5.1 cm. Las varianzas son diferentes entre los desplazamientos de los dispositivos, de acuerdo al test de Levene (F). La diferencia de medias es estadísticamente significativa entre ambos dispositivos, de acuerdo al test T de Student (t).

Fuente: Formulario de recolección de datos en campo  
 Elaborado por: Benalcázar M., Serrano R. (2020)



**Figura 22. Desplazamiento del tórax a 45° de inclinación según dispositivo**

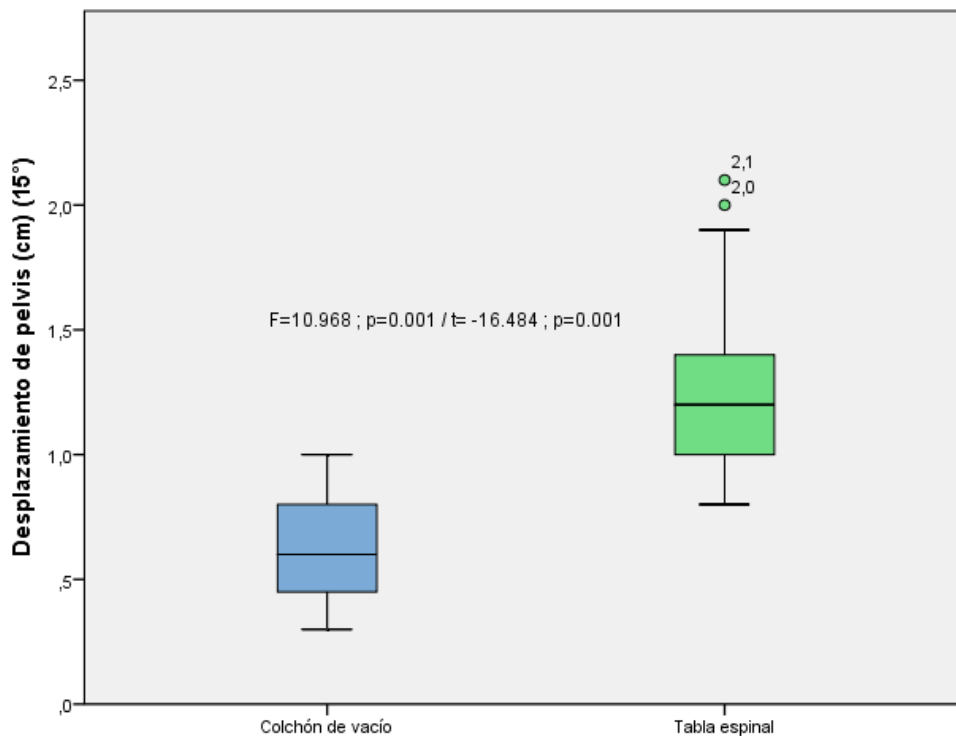
En ambos dispositivos los rangos intercuartiles son bastante cortos, sin embargo, la mediana de desplazamiento en la tabla espinal es superior a la mediana de desplazamiento con el colchón de vacío (7 cm versus 4.3 cm respectivamente). Las varianzas de los desplazamientos fueron iguales entre ambos dispositivos según el test de Levene (F). Se evidencia una diferencia de medias en el desplazamiento significativo entre ambos dispositivos según el test T de Student.

Fuente: Formulario de recolección de datos en campo  
Elaborado por: Benalcázar M., Serrano R. (2020)

En relación a los desplazamientos de la pelvis en función a la inclinación de los dispositivos evaluados, mostraron una media de 0.61 cm (DE±: 0.19) cuando el colchón de vacío fue inclinado a 15 grados y de 1.20 cm (DE±: 0.30) con la tabla espinal con una inclinación de 15 grados con respecto al eje axial (Figura 23).

Cuando los dispositivos fueron inclinados a 35 grados, la media de desplazamiento en la pelvis con el uso de colchón de vacío fue de 3.72 cm (DE±: 0.65) y de 6.21 cm (DE±: 0.47) con el uso de tabla espinal (Figura 24).

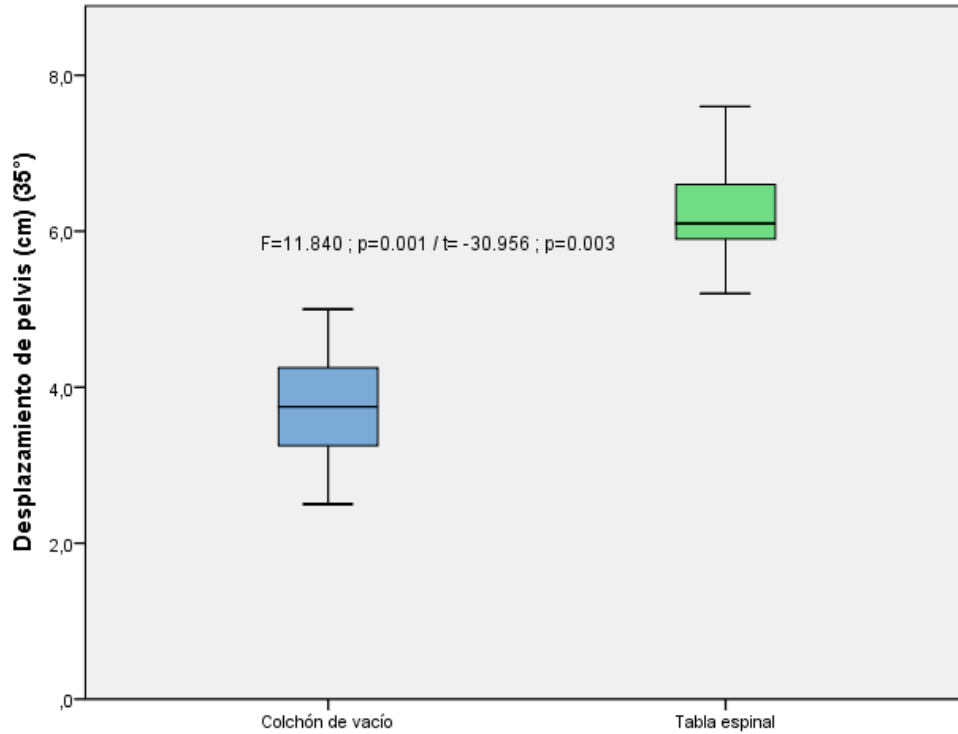
A una inclinación máxima de 45 grados, el desplazamiento observado de la pelvis tuvo una media de 4.67 cm (DE±: 0.65) cuando se inmovilizó con colchón de vacío y de 7.51 cm (DE±: 0.39) con el uso de tabla espinal (Figura 25).



**Figura 23. Desplazamiento de la pelvis a 15° de inclinación según dispositivo**

La mediana de desplazamiento de la pelvis con el colchón de vacío se ubica en 0.62 cm y en 1.3 cm en el caso de la tabla espinal. Los rangos intercuartiles entre ambos dispositivos no son equivalentes, siendo mayor con el uso de la tabla espinal. Los outliers superiores en el caso de la tabla espinal llegan inclusive a 2.1 cm. La distribución de los desplazamientos obtenidos en ambos dispositivos tienen una distribución simétrica. Las varianzas muestran diferencias en ambos dispositivos de acuerdo al test de Levene (F). Hay diferencias significativas en las medias de desplazamiento en ambos dispositivos según el test T de Student (t).

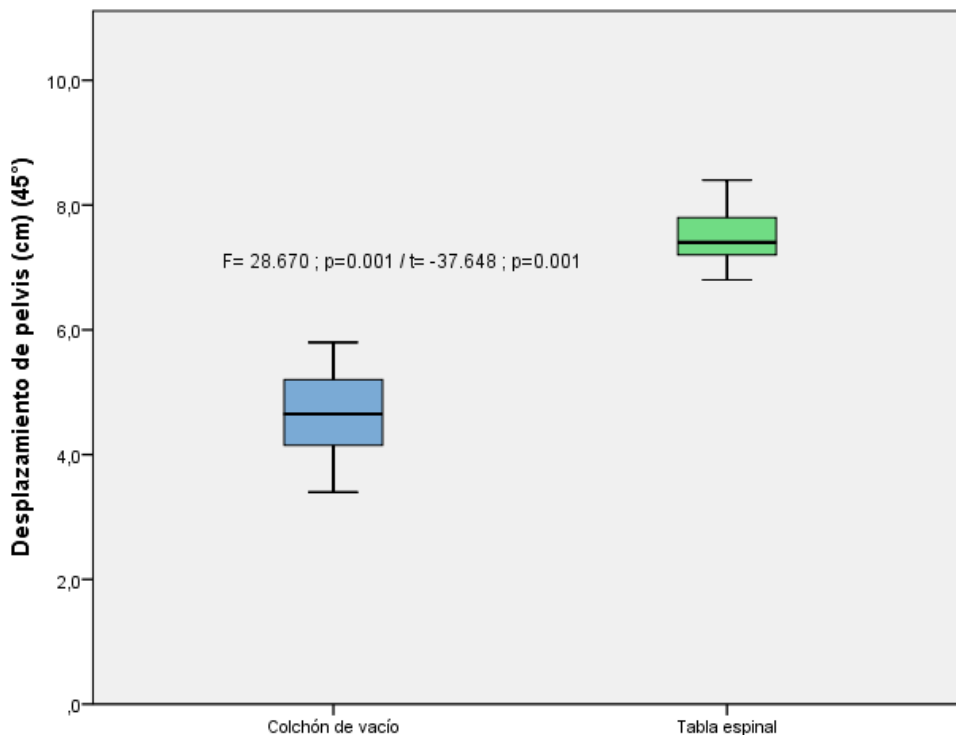
Fuente: Formulario de recolección de datos en campo  
Elaborado por: Benalcázar M., Serrano R. (2020)



**Figura 24. Desplazamiento de la pelvis a 35° de inclinación según dispositivo**

Los rangos intercuartiles de desplazamiento son menores en proporción con el colchón de vacío frente a la tabla espinal. El límite superior (Q3+1.5RIC) de desplazamiento con el colchón de vacío es de 5 cm y de 7.8 cm el de la tabla espinal. La distribución de los desplazamientos en la tabla espinal son asimétricos con una mediana cercana al primer cuartil (asimetría positiva). La mediana de desplazamiento con el colchón de vacío es de 3.8 cm y de 6.3 cm con la tabla espinal. Las varianzas de desplazamiento no fueron iguales entre ambos dispositivos según el test de Levene (F). Se evidencia diferencias significativas en las medias de desplazamiento entre ambos dispositivos según el test T de Student (t).

Fuente: Formulario de recolección de datos en campo  
 Elaborado por: Benalcázar M., Serrano R. (2020)



**Figura 25. Desplazamiento de la pelvis a 45° de inclinación según dispositivo**

El rango intercuartil de desplazamientos con la tabla espinal oscilar entre 6.8 a 7.7 cm, con una distribución asimétrica positiva, dado que la mediana (7.2 cm) es cercana al primer cuartil. La mediana en el caso de los desplazamientos obtenidos con el colchón de vacío es de 4.6 cm, y la distribución de los desplazamientos medidos son simétricos. Entre los valores de desplazamiento entre los dispositivos no se asumieron como iguales las varianzas acorde al test de Levene (F). Las medias de desplazamiento entre ambos dispositivos muestran diferencias estadísticamente significativas en el test T de Student (t).

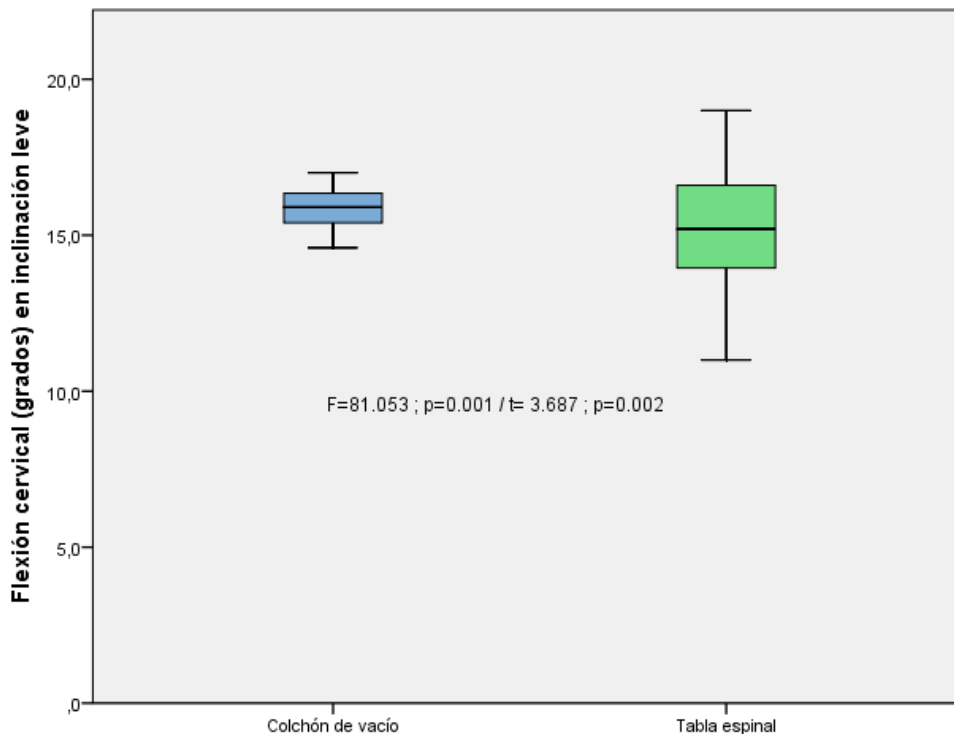
Fuente: Formulario de recolección de datos en campo  
Elaborado por: Benalcázar M., Serrano R. (2020)

Dada la inercia biomecánica en los rangos articulares funcionales de movimiento de los segmentos axiales (cervical y tronco), se midió la carga postural de estos segmentos en los diferentes grados de inclinación por cada dispositivo.

A una inclinación de 15 grados, se presenta una flexión cervical promedio de 15.90° (DE±: 0.59) con el colchón de vacío y 15.19° (DE±: 1.85) con la tabla espinal (Figura 26).

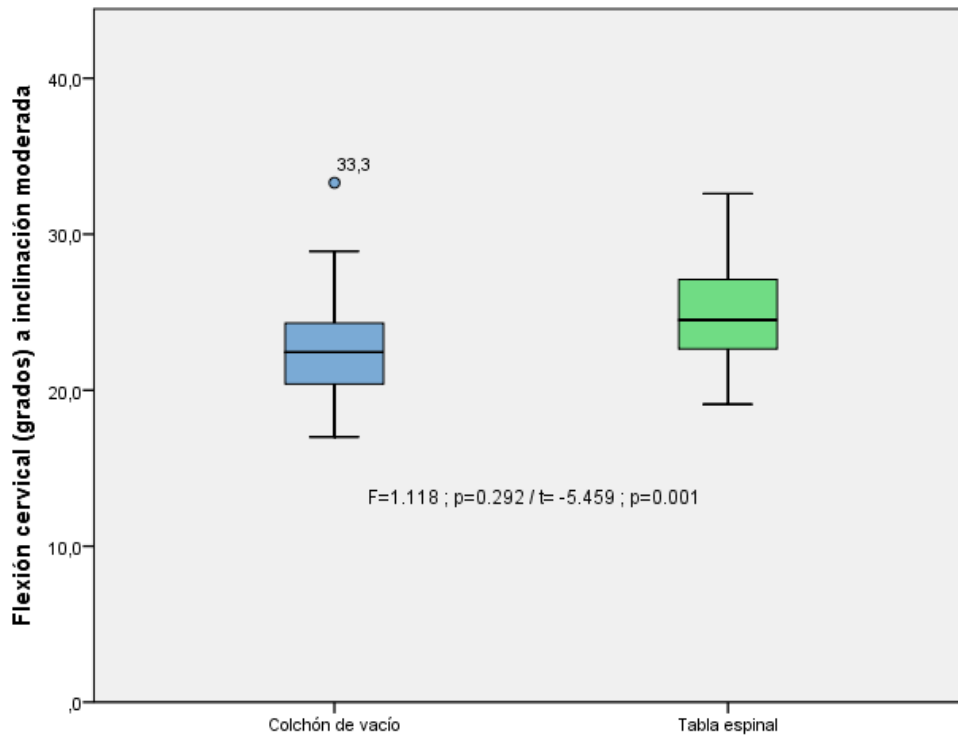
Cuando los dispositivos fueron inclinados a 35 grados, la flexión media a nivel cervical fue de 22.55° (DE±: 2.89) con el uso de colchón de vacío y de 24.84° (DE±: 3.05) con el uso de la tabla espinal para la inmovilización (Figura 27).

A inclinación máxima de 45 grados, la flexión cervical promedio obtenida con el uso de colchón de vacío fue de 29.68° (DE±: 3.96) y de 28.22° (DE±: 3.17) con el uso de tabla espinal (Figura 28).



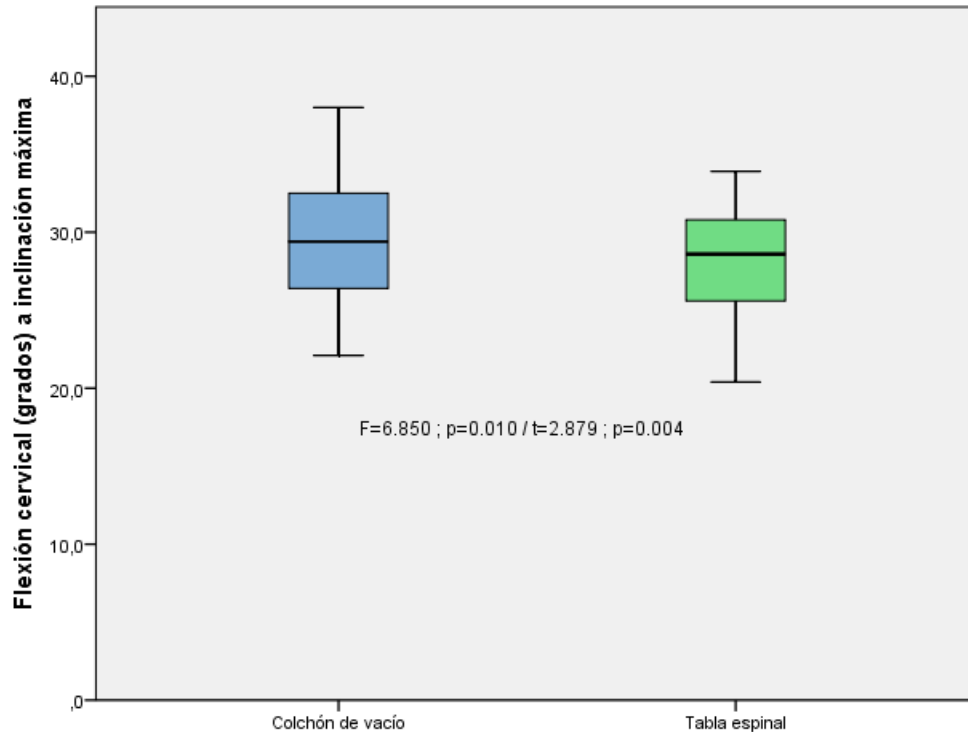
**Figura 26. Flexión cervical a 15 grados de inclinación según dispositivo**  
La mediana de flexión obtenida con el colchón de vacío se ubica en 15.6° siendo mayor a la media de flexión obtenida con la tabla espinal misma que se ubica en 14.9°. Los límites superiores de flexión son mayores con la tabla espinal (19.1 cm) que con el colchón de vacío (17 cm). La distribución de las flexiones en ambos casos son simétricos. Las varianzas entre dispositivos no son iguales de acuerdo al test de Levene (F). Se evidencian diferencias significativas entre las medias de flexión en ambos dispositivo en el test T de Student (t).

Fuente: Formulario de recolección de datos en campo  
Elaborado por: Benalcázar M., Serrano R. (2020)



**Figura 27. Flexión cervical a 35 grados de inclinación según dispositivo**  
 La mediana de flexión cervical fue mayor al uso de la tabla espinal (23°) en relación a la mediana obtenida con el colchón de vacío (21.6°). En el caso del colchón de vacío, se evidencian valores extremos hasta de 33.3°, pero, en la tabla espinal los valores el límite superior llega a 33° inclusive. Las varianzas de las flexiones obtenidas no fueron diferentes entre ambos dispositivos en el test de Levene (F). Se encontró diferencias significativas entre las medias de flexión cervical entre ambos dispositivos en el test T de Student (t).

Fuente: Formulario de recolección de datos en campo  
 Elaborado por: Benalcázar M., Serrano R. (2020)



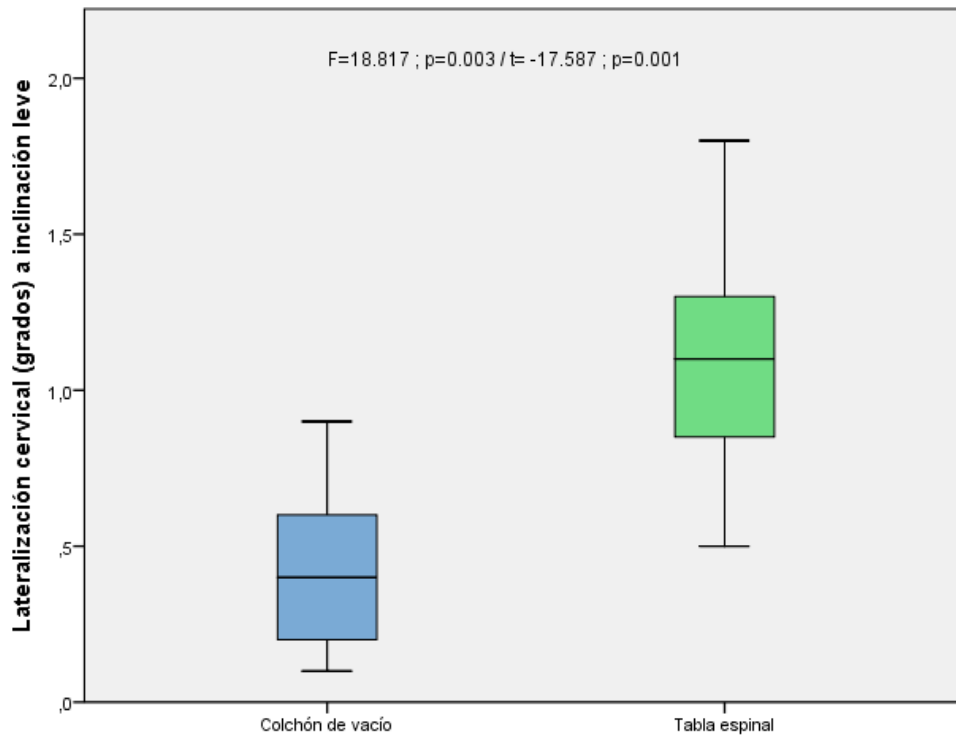
**Figura 28. Flexión cervical a 45 grados de inclinación según dispositivo**  
 La mediana de flexión cervical es mayor al uso de colchón de vacío (29.6°) en relación a la mediana obtenida con la tabla espinal (29.1°). El valor límite superior en el caso del colchón de vacío alcanza los 38.7°, en tanto que, el valor límite superior al uso de la tabla espinal de 34.2°. Las varianzas de flexión entre ambos dispositivos fueron diferentes acorde el test de Levene (F). Se evidencia diferencias significativas de medias en la flexión cervical entre ambos dispositivos según el test T de Student.

Fuente: Formulario de recolección de datos en campo  
 Elaborado por: Benalcázar M., Serrano R. (2020)

Al mismo tiempo de la evaluación de la flexión cervical, se realizaron mediciones de lateralización cervical con cada uno de los dispositivos. Al inclinar los dispositivos a 15 grados, se obtuvo una media de lateralización cervical de 0.41° (DE±: 0.20) con el colchón de vacío y de 1.08° (DE±: 0.33) con la tabla espinal (Figura 29).

A una inclinación moderada o de 35 grados en cada uno de los dispositivos, se obtuvo una media de lateralización cervical de 0.60° (DE±: 0.19) con el colchón de vacío y de 1.34° (DE±: 0.26) al uso de la tabla espinal (Figura 30).

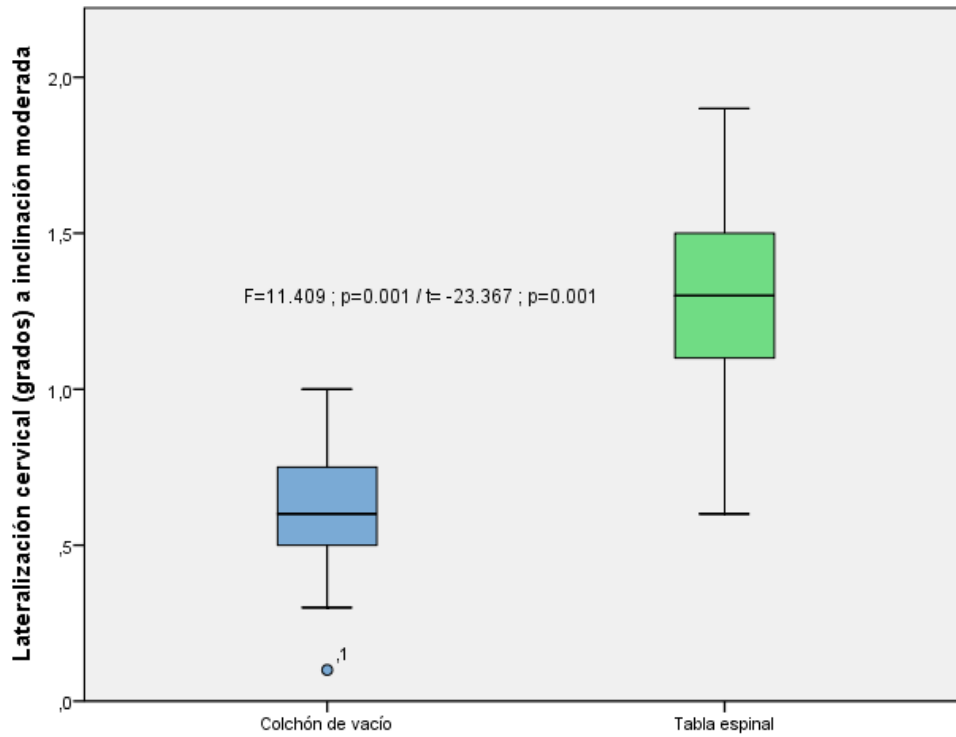
En la inclinación máxima de 45 grados en cada uno de los dispositivos, la media de lateralización cervical con el colchón de vacío fue de  $0.60^\circ$  ( $DE\pm: 0.18$ ) y de  $1.41$  ( $DE\pm: 0.33$ ) con la tabla espinal (Figura 31).



**Figura 29. Lateralización cervical a 15 grados de inclinación según dispositivo**

La mediana de lateralización cervical es menor con el uso de colchón de vacío ( $0.4^\circ$ ) que la mediana obtenida al uso de la tabla espinal ( $1.1^\circ$ ). Asimismo, el valor límite superior es menor con el uso de colchón de vacío ( $0.9^\circ$ ) que las obtenidas con la tabla espinal ( $1.8^\circ$ ). Las distribución de los valores obtenidos de lateralización entre ambos dispositivos son simétricos en su distribución. Las varianzas obtenidas difieren entre cada uno de los dispositivos, de acuerdo al test de Levene (F). Hay una diferencia de medias significativa en lateralización cervical entre cada dispositivo según el test T de Student (t).

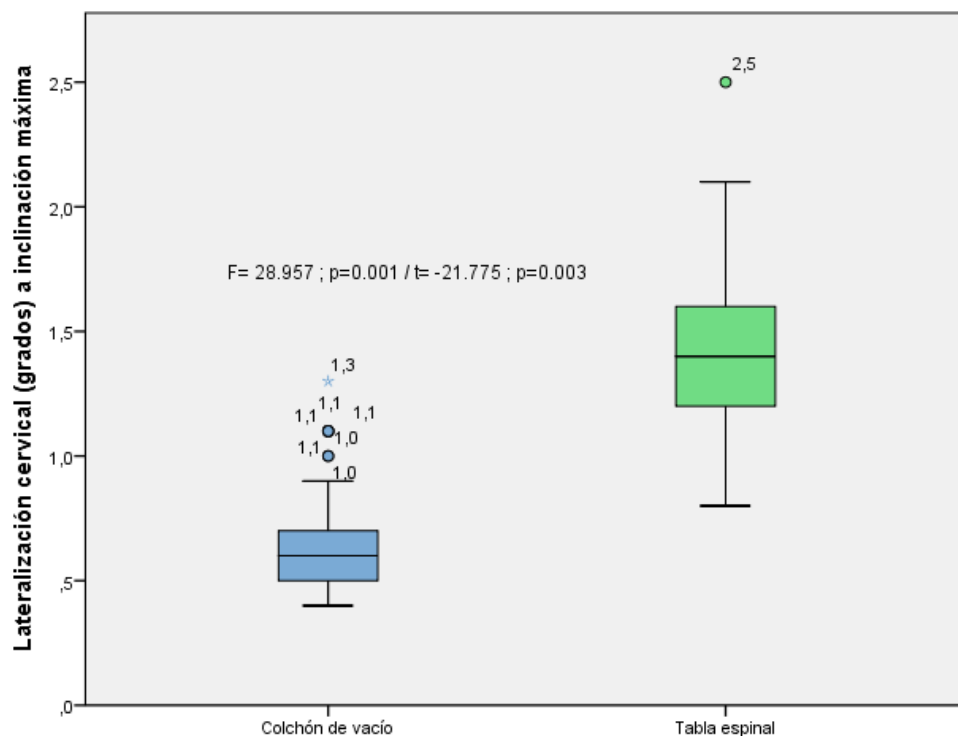
Fuente: Formulario de recolección de datos en campo  
Elaborado por: Benalcázar M., Serrano R. (2020)



**Figura 30. Lateralización cervical a 35 grados de inclinación según dispositivo**

Las medianas de lateralización cervical son diferentes entre cada uno de los dispositivos, siendo menor al uso del colchón de vacío (0.6°) que al uso de la tabla espinal (1.3°). No se encontraron outliers superiores significativos entre cada dispositivo. Las varianzas obtenidas entre cada uno de los dispositivos son diferentes entre sí, acorde al test de Levene (F). Hay diferencias significativas de las medias de lateralización entre cada dispositivo según el test T de Student.

Fuente: Formulario de recolección de datos en campo  
 Elaborado por: Benalcázar M., Serrano R. (2020)



**Figura 31. Lateralización cervical a 45 grados de inclinación según dispositivo**

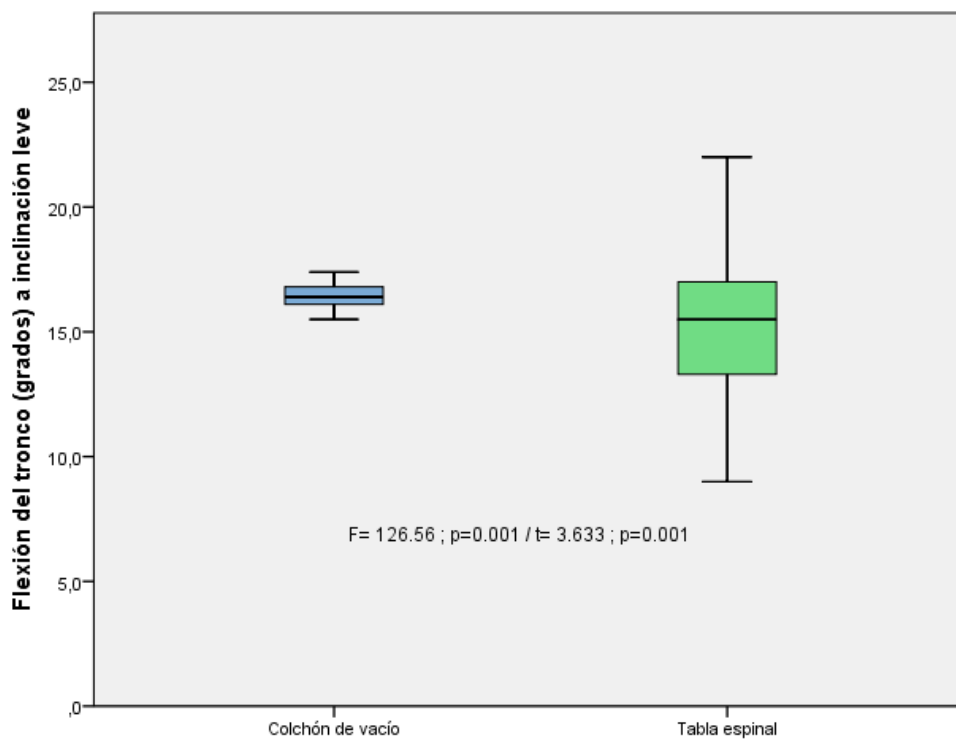
Las medianas de lateralización cervical son menores al uso de colchón de vacío (0.6°) frente al uso de la tabla espinal (1.3°). Los outliers observados con el uso de colchón de vacío llegan hasta 1.3° (esferas y asterico azul) y hasta 2.5° en el caso de la tabla espinal (esferas verdes). Las varianzas difieren entre cada uno de los dispositivos según el test de Levene (F). Hay diferencias significativas en las medias de lateralización cervical entre ambos dispositivos en el test T de Student.

Fuente: Formulario de recolección de datos en campo  
Elaborado por: Benalcázar M., Serrano R. (2020)

Finalmente, se evaluó la flexión del tronco en función al grado de inclinación en cada uno de los dispositivos. Se obtuvo una media de flexión del tronco de 16.47° (DE±: 0.49) cuando se utilizó el colchón de vacío y 15.49° (DE±: 2.66) cuando se utilizó la tabla espinal con una inclinación de 15 grados (Figura 32).

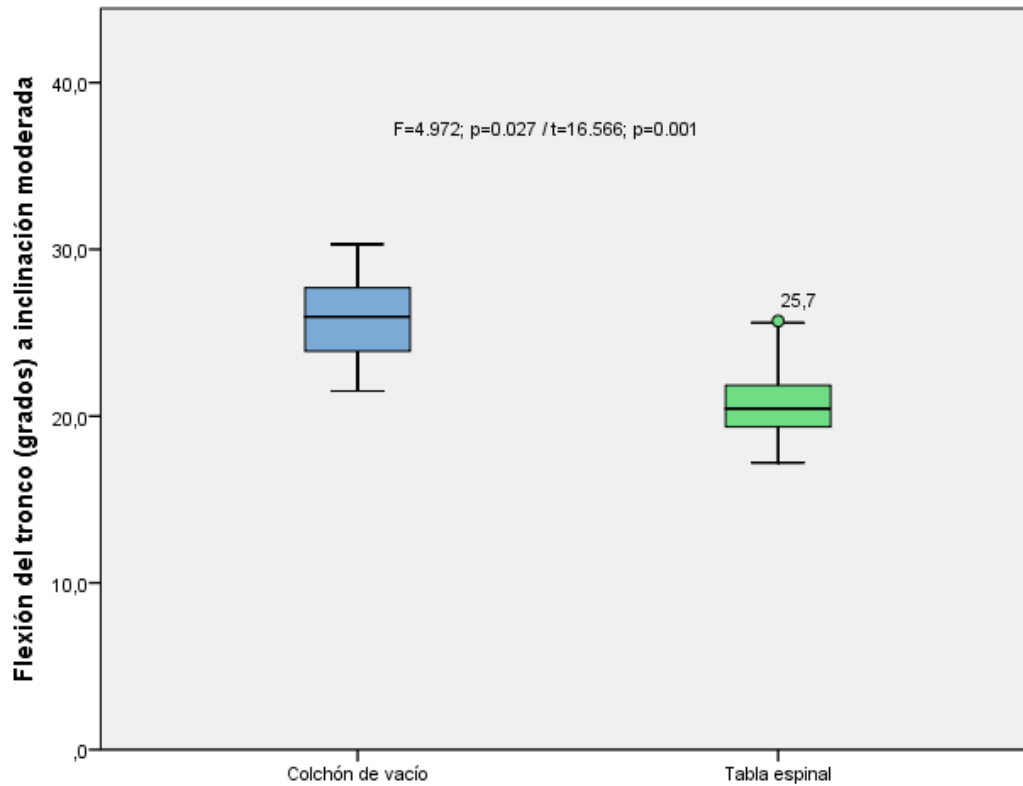
Cuando los dispositivos se inclinaron a 35 grados, la media de flexión del tronco con el colchón de vacío fue de 25.82° (DE±: 2.31) y de 20.75° (DE±: 1.99) con el uso de la tabla espinal (Figura 33).

A inclinación máxima de 45 grados, el promedio de flexión en el tronco obtenido en el ensayo con el colchón de vacío fue de  $30.88^\circ$  ( $DE \pm: 3.41$ ) y de  $31.57^\circ$  ( $DE \pm: 4.2$ ) en el caso de la tabla espinal (Figura 34).



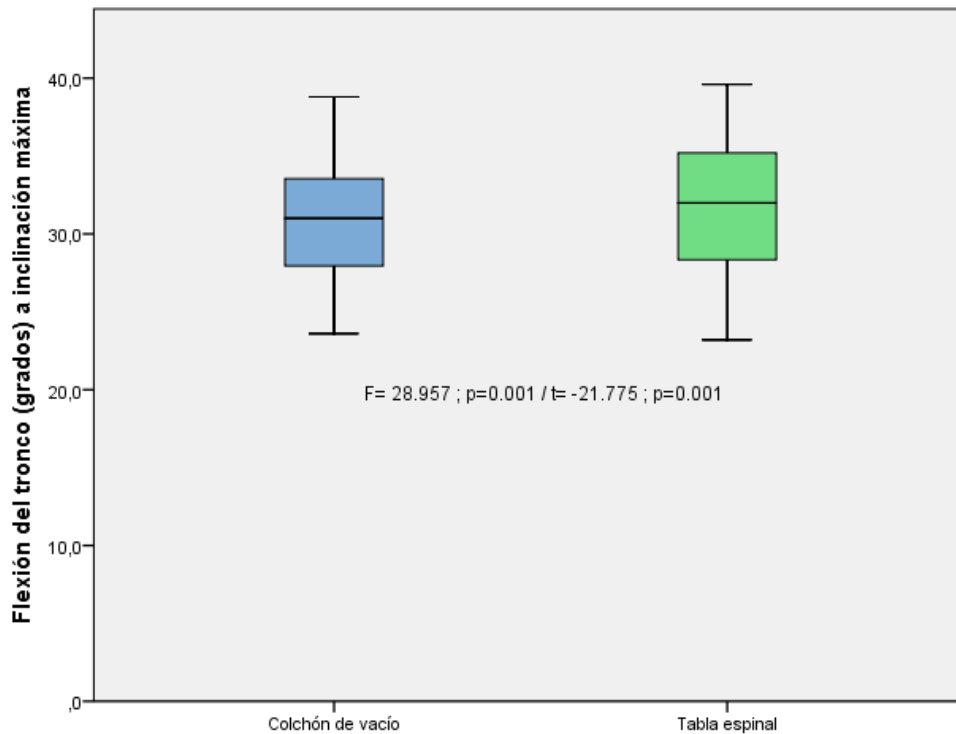
**Figura 32. Flexión del tronco a 15 grados de inclinación según dispositivo**  
El rango intercuartil de la flexión del tronco con el uso de colchón de vacío es corto, la distribución de los datos simétrica en función de la mediana ( $16^\circ$ ), en tanto que, el rango intercuartil de la flexión del tronco con el uso de la tabla espinal es más amplio y con rangos menores a los observados con el colchón de vacío. Las varianzas entre ambos dispositivos difieren entre sí, de acuerdo al test de Levene (F). Hay diferencias significativas entre las medias de flexión de los dispositivos evaluados, según el test T de Student (t).

Fuente: Formulario de recolección de datos en campo  
Elaborado por: Benalcázar M., Serrano R. (2020)



**Figura 33. Flexión del tronco a 35 grados de inclinación según dispositivo**  
 La mediana de flexión del tronco es menor cuando se utilizó la tabla espinal (20°) en relación a la mediana obtenida cuando se utilizó el colchón de vacío (27°). No se evidencian outliers importantes en ambos dispositivos y la distribución de los rangos de flexión son simétricos. Las varianzas no son iguales al contrastar cada uno de los dispositivos con el test de Levene (F). Hay diferencias significativas entre las medias de flexión obtenidas por cada dispositivo según el test T de Student (t)

Fuente: Formulario de recolección de datos en campo  
 Elaborado por: Benalcázar M., Serrano R. (2020)



**Figura 34. Flexión del tronco a 45 grados de inclinación según dispositivo**

Los rangos intercuartiles de flexión de tronco entre ambos dispositivos tienden a ser similares tanto en el percentil 25 como percentil 75, sin embargo, la mediana de flexión es menor con el colchón de vacío (30.2°) frente a la tabla espinal (35°). Las varianzas entre los dispositivos no son iguales de acuerdo al test de Levene (F). Hay diferencias significativas en las medias de flexión entre los dispositivos evaluados, según el test T de Student (t).

Fuente: Formulario de recolección de datos en campo  
Elaborado por: Benalcázar M., Serrano R. (2020)

En relación a las habilidades y destrezas del personal de pre-hospitalaria respecto al uso de los dispositivos de inmovilización (tabla espinal y colchón de vacío), se ejecutaron dos evaluaciones tanto antes de una capacitación y entrenamiento formal, como después de ejecutada la actividad de capacitación, a través de un ECOE (Examen Clínico Objetivo Estructurado) para el uso de colchón de vacío y tabla espinal.

Previo a la capacitación y entrenamiento por cada uno de los dispositivos, el 50% de los evaluados en la sede del Servicio Pre Hospitalario del Instituto Superior Tecnológico

Cruz Roja Ecuatoriana obtuvieron una ponderación de habilidad de necesidad de mejoría (13 a 24 puntos) en la evaluación ECOE Colchón de Vacío. De igual manera sucedió en el ECOE para el uso de Tabla Espinal, donde el 56% de los evaluados obtuvieron ponderación similar a la del colchón de vacío. La media en el ECOE Colchón de Vacío en esta sede fue de 26.1 puntos (DE±: 7.2) y de 23.7 puntos (DE±: 7.0) en el ECOE Tabla Espinal (Tabla 2).

En la sede del Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre, el 72% de los participantes fueron ponderados en el ECOE de Tabla Espinal con necesidad de mejoría y el 58% en el ECOE de Colchón de Vacío. La media en el ECOE Colchón de Vacío fue de 21.6 puntos (DE±: 6.8) y de 20.7 puntos (DE±: 4.9) en el ECOE Tabla Espinal (Tabla 2).

Tras la capacitación y entrenamiento con cada uno de los dispositivos, el 58% de los participantes en la sede del Servicio Pre Hospitalario del Instituto Superior Tecnológico Cruz Roja Ecuatoriana fueron ponderados y superaron las expectativas en la revaloración del ECOE Colchón de Vacío, y el 64% de los participantes alcanzaron una ponderación de cumplimiento de las expectativas en el ECOE Tabla Espinal. La media en el ECOE Colchón de Vacío fue de 36.6 puntos (DE±: 5.4) y de 33.9 puntos (DE±: 5.5) en el ECOE Tabla Espinal en esta sede (Tabla 2).

En el caso de los participantes del Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre, el 12% de los participantes alcanzaron ponderaciones excepcionales y el 58% ponderaciones equivalentes a cumplimiento de las expectativas en el ECOE Colchón de Vacío. El 50% de los participantes alcanzaron ponderaciones que superan las expectativas en el ECOE Tabla Espinal. La media en el ECOE Colchón de Vacío fue de 39.7 (DE±: 7.1) y de 32.8 puntos (DE±: 4.3) en el ECOE Tabla Espinal (Tabla 2).

**Tabla 2. Resultados de pre y post intervención sobre el Examen Clínico Objetivo Estructurado para uso de tabla espinal y colchón de vacío del Servicio Pre Hospitalario del Instituto Superior Tecnológico Cruz Roja Ecuatoriana y Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre, 2020**

Variable	I.T Cruz Roja Ecuatoriana				Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre			
	Colchón de vacío		Tabla espinal		Colchón de vacío		Tabla espinal	
	n	%	n	%	n	%	n	%
<b>Puntaje ECOE (Pre-intervención)</b>								
No satisfactorio	0	0,0%	1	2,0%	2	4,0%	2	4,0%
Necesita mejorar	25	50,0%	28	56,0%	29	58,0%	36	72,0%
Cumple las expectativas	22	44,0%	19	38,0%	17	34,0%	10	20,0%
Supera las expectativas	3	6,0%	2	4,0%	2	4,0%	2	4,0%
<b>Puntaje ECOE (Post-intervención)</b>								
No satisfactorio	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
Necesita mejorar	0	0,0%	1	2,0%	4	8,0%	1	2,0%
Cumple las expectativas	20	40,0%	32	64,0%	29	58,0%	23	46,0%
Supera las expectativas	29	58,0%	16	32,0%	11	22,0%	25	50,0%
Excepcional	1	2,0%	1	2,0%	6	12,0%	1	2,0%

\*EEOE: Examen Clínico Objetivo Estructurado

Fuente: Formulario de recolección de datos en campo

Elaborado por: Benalcázar M., Serrano R. (2020)

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN

En el estudio se utilizaron participantes voluntarios sanos, en dos locaciones (Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre y Servicio Pre Hospitalario del Instituto Superior Tecnológico Cruz Roja Ecuatoriana) para la evaluación del confort y biomecánica de dos dispositivos para inmovilización (colchón de vacío y tabla espinal). La media de edad fue de 31.5 años ( $DE\pm: 9.4$ ) en el Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre y 36.5 años ( $DE\pm: 10.5$ ) en el Servicio Pre Hospitalario Instituto Superior Tecnológico Cruz Roja Ecuatoriana, siendo similar a un estudio ejecutado por Mahshidfar, Mofidi, Yari, & Mehrsorosh, 2013, cuya evaluación incluyó a participantes con edad promedio de 30.25 años ( $DE\pm: 2.95$ ) y 35.5 años ( $DE\pm: 3.13$ ), que en consecuencia se ajustaron con la realidad epidemiológica del trauma donde el grupo con mayor prevalencia de rescates y transporte pre-hospitalario fueron personas entre los 25 a 45 años.

Al analizar el confort en cada uno de los dispositivos de inmovilización, encontramos que la media de tiempo transcurrido para la aparición de dolor o disconfort en cualquiera de los puntos de presión con la tabla espinal fue de 149.94 segundos ( $DE\pm: 46.45$ ), equivalentes a 2 minutos 29 segundos, lo cual, es significativamente menor a lo encontrado por Cross & Baskerville, 2010, donde el tiempo medio de aparición de disconfort con el uso de tabla espinal fue de 319.8 segundos ( $DE\pm: 18.7$ ) en voluntarios sanos.

En cuanto al colchón de vacío, en los participantes, el tiempo promedio para la aparición de los síntomas fue de 456.6 segundos ( $DE\pm: 93.22$ ), siendo relativamente menor a lo encontrado por Cross & Baskerville, 2010, donde el tiempo de aparición de disconfort en zonas de presión (en especial de la región coccígea y codos) fue de 761.87 segundos ( $DE\pm: 67.12$ ), sin embargo, y a pesar de estas diferencias queda claro que, el disconfort aparece de forma más tardía e incluso podría no aparecer, cuando se utiliza como dispositivo para la inmovilización el colchón de vacío.

Cross & Baskerville, 2010, estableció entre los hallazgos de los voluntarios inmovilizados con colchón de vacío, un puntaje medio en la escala de EVA para discomfort de 3.9 (DE±: 2.5) y de 5.8 (DE±: 1.7) en el caso de la tabla espinal, que se correlacionan además con los hallazgos en el estudio ejecutado por Mahshidfar, Mofidi, Yari, & Mehrsorosh, 2013, en el que, se encontró una mayor proporción de participantes (78.1%) con molestias leves a moderadas (puntajes de EVA entre 1 a 5) con el uso de colchón de vacío y moderadas a severas (puntaje entre 6 a 10) con el uso de la tabla espinal.

En nuestros resultados, encontramos un valor medio en la escala de EVA de 3.46 (DE±: 1.46), con el uso de colchón de vacío para la inmovilización y una media de 6.15 (DE±: 1.62) con el uso de la tabla espinal, siendo similares a los hallazgos de Cross & Baskerville, 2010, descritos previamente. De forma global, el 96% de los participantes evaluados refirieron molestias leves o moderadas (leves: 56% y moderados: 40%) con el uso de colchón de vacío y al menos el 95% de los participantes refirieron molestias moderadas a severas (moderado: 53% y severo: 42%) con el uso de la tabla espinal, siendo esta proporción similar a lo encontrado por Mahshidfar, Mofidi, Yari, & Mehrsorosh, 2013.

Al analizar el grado de presión ejercida por la superficie del colchón de vacío y tabla espinal en nuestros participantes, encontramos una media de presión occipital de 28.60 mmHg (equivalentes a 3.81 kPa) (DE±: 4.86) con el colchón de vacío y de 41.34 mmHg (equivalentes a 5.51 kPa) (DE±: 3.39) con el uso de tabla espinal., Proporciones de efecto similares a lo encontrado por Sheerin & de Frein, 2007; donde la media de presión a nivel occipital fue de 79.5 mmHg cuando los voluntarios fueron inmovilizados con tabla espinal y de 33 mmHg cuando se utilizó el colchón de vacío. También a lo encontrado por Pernik et al., 2016, donde la presión ejercida por la tabla espinal en la región occipital fue de 24.6 kPa (DE±: 4.8) y de 7.1 kPa (DE±: 0.78) con el uso del colchón de vacío.

De acuerdo a los hallazgos de Sheerin & de Frein, 2007, la presión media ejercida fue de 56.67 mmHg en el caso del colchón de vacío y de 95.1 mmHg por la tabla espinal sobre la región sacrococcígea. Estos hallazgos son similares en proporción (específicamente en la diferencia de medias entre ambos dispositivos) a los encontrados en

nuestros participantes en quienes la media de presión sacrocóccigea ejercida por el colchón de vacío fue de 162.88 mmHg (equivalentes a 21.71 kPa) ( $DE\pm$ : 14.16) y de 186.04 mmHg (equivalentes a 24.8 kPa) ( $DE\pm$ : 21.79) por la tabla espinal, siendo favorable en resultados al colchón de vacío. Nuestros hallazgos, son también similares en proporción a los descritos por Pernik et al., 2016, donde la media de presión ejercida en la región sacra fue de 7.9 kPa ( $DE\pm$ : 0.71) con el colchón de vacío y 11.7 kPa ( $DE\pm$ : 1.4) con la tabla espinal.

Por otro lado, la presión ejercida a nivel de la región lumbar fue de 133.06 mmHg (equivalentes a 17.73 kPa) ( $DE\pm$ : 12.36) cuando se utilizó el colchón de vacío y una media de presión de 173.28 mmHg ( $DE\pm$ : 17.66) con el uso de la tabla espinal, estos resultados son similares en proporción de medias entre los dispositivos, a los hallazgos descritos por Pernik et al., 2016, donde la media de presión ejercida en la región lumbar por la tabla espinal fue de 6 kPa ( $DE\pm$ : 0.42) por el colchón de vacío y de 7.6 kPa ( $DE\pm$ : 0.62) con la tabla espinal.

Con relación al análisis biomecánico y cinemático de ambos dispositivos, encontramos desplazamientos de la cabeza en un rango medio de 0.49 a 3.96 cm con el uso del colchón de vacío y de 1.23 a 7.88 cm con el uso de la tabla espinal. Nuestros hallazgos son similares en proporción entre dispositivos a los hallazgos de un análisis cinemático ejecutado por Martín et al., 2017, donde se obtuvo un rango de medias de desplazamiento de la cabeza de 1.01 a 11.09 cm, cuando se movilizaron a los voluntarios con el colchón de vacío y un rango de media de 4.58 a 15.36 cm, al utilizar la tabla espinal en fases con variación de inclinación de los dispositivos entre 30 a 45 grados.

En el análisis de Martín et al., 2017, se evidenció un rango de desplazamiento del tórax en las fases antes descritas en un rango del 2.89 a 10.44 cm, cuando los voluntarios fueron trasladados con colchón de vacío y un rango de 2.09 a 8.74 cm, cuando el traslado se realizó con tabla espinal. En nuestro estudio, la relación y diferencia de desplazamientos a nivel del tórax, es similar a lo descrito en el estudio de Martín et al., 2017, pues, el rango medio de desplazamiento del tórax con el uso de colchón de vacío fue de 0.51 cm a 4.42 cm, y un rango medio de desplazamiento de 1.31 a 7.34 cm, con la tabla espinal.

Los desplazamientos observados en nuestras mediciones a nivel de la pelvis, muestran un rango medio de variación entre 0.61 a 4.67 cm, cuando se realizó el análisis cinemático con el colchón de vacío y de 1.2 a 7.51 cm con la tabla espinal, que, en consecuencia, son similares en proporción a los hallazgos descritos por Martín et al., 2017, donde el rango medio de desplazamiento de la pelvis con movilización en tabla espinal fue de 4.43 a 5.41 cm y de 2.78 a 4.09 cm en el caso de la movilización con colchón de vacío.

Otra constante analizada en relación a la biomecánica es la flexión que la movilización en cada uno de los dispositivos. Se encontró un rango de flexión cervical de 15.90 a 29.68° en cinemático con colchón de vacío y de 15.19 a 28.22° con la tabla espinal, esto difiere con los hallazgos descritos por Rahmatalla, DeShaw, Stilley, Denning, & Jennissen, 2018, quienes indican que la movilización en colchón de vacío en ocasiones es un menor rango de flexión o extensión cervical cuya media obtenida es de 10.4° como valor máximo en cinemática de alta dinámica, en tanto que, la tabla espinal produce flexiones más frecuentes y pronunciada en un rango medio de 7.8 hasta 17.1°.

En otros hallazgos, Rahmatalla, DeShaw, Stilley, Denning, & Jennissen, 2018, describen que la flexión estimada del tronco durante la cinemática con colchón de vacío puede variar entre 3.7 a 16.1°, mientras que, con tabla espinal, se observan flexiones en un rango entre 6.7 a 21.3°. Estos resultados difieren con los hallazgos de nuestro estudio, ya que, el rango de flexiones observadas con el colchón de vacío fue de 16.47 a 30.88°, y el rango de flexiones observada con la tabla espinal fue de 15.49 a 31.57°.

Es importante mencionar que nuestro estudio tiene algunas limitaciones técnicas para la medición de desplazamientos y flexiones tanto axiales como para-axiales, siendo ideal la medición mediante antropometría digital con puntos de referencia en escenarios tridimensionales (sensores de movimiento y sensores de multipunto para presión ejercida con cálculo diferencial). Esta consideración, podría aportar un mejor contraste de datos y eliminación del sesgo de información que involucra los métodos de evaluación manual, sin embargo, para esto, se decidió estandarizar la valoración antropométrica basada en normas técnicas para la evaluación postural y ajuste de incertidumbre de los datos obtenidos.

Otras de las limitantes en nuestro estudio fueron los escenarios en los que se ejecutaron las mediciones y las valoraciones, dado que, muchos de los estudios de referencia valoran la cinemática corporal por dispositivos en simulaciones de mayor complejidad (transporte en helicóptero, transporte prolongado en ambulancia y en recepción de salas de emergencia reales), lo cual, no fue posible dada la logística que implican dichos escenarios. Sin embargo, se decidió alterar las cinemáticas mediante inclinación de los dispositivos evaluados, que permitió aproximaciones a los escenarios antes descritos, en especial, por los efectos de la inercia (cinemática de curva de una ambulancia o planeo en un helicóptero).

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES

1. No se evidenciaron diferencias en función de las características demográficas de los participantes, aunque, hubo una mayor inclusión de voluntarios hombres que mujeres en una proporción. Dada la antropometría en los voluntarios masculinos, los rangos de desplazamiento (en especial los del tronco y pelvis) tienden a ser mayores, por lo tanto los desplazamientos hallados en la tabla espinal, pueden estar influidos por la talla y peso en personas del género masculino.
2. Las características antropométricas en talla fue superior en los voluntarios del Servicio Pre Hospitalario del Instituto Superior Tecnológico Cruz Roja Ecuatoriana Ecuatoriana frente a los voluntarios del Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre de Quito con una media de diferencia de 16 cm.
3. En ambas sedes de evaluación, la media de índice de masa corporal era compatible con obesidad, sin embargo, hubo mayor frecuencia de obesidad mórbida ( $IMC > 35 \text{ kg/m}^2$ ) en los voluntarios del Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre.
4. El disconfort fue notablemente más alto (tanto en tiempo de aparición de molestias, como en percepción EVA del dolor o molestia) con el uso de la tabla espinal que con el uso del colchón de vacío, comprobando así una de las hipótesis de este trabajo, en la que, el uso del colchón de vacío ofrece mayor confort y menos frecuencia de dolor frente a la tabla espinal.
5. La presión ejercida por la tabla espinal sobre la región occipital fue significativamente mayor respecto a la obtenida con el colchón de vacío (diferencia promedio: 12.74 mmHg), lo cual, permite aceptar la hipótesis de trabajo que afirma que la presión ejercida por el colchón de vacío sobre la región occipital es menor a la tabla espinal. Esto es particularmente importante en el transporte en pacientes traumatizados con compromiso de la columna cervical, pues, un incremento en la

presión de la región occipital produce mayor frecuencia de flexión y lateralización del cuello y por lo tanto un incremento en el riesgo de tetraplejia, impactación de fracturas de cuerpos vertebrales cervical o deslizamientos de fracturas en pedículos, lo cual, se reduce significativamente con el uso del colchón de vacío.

6. La presión ejercida en la región lumbar, fue significativamente menor cuando se utilizó el colchón de vacío para la inmovilización con respecto a la tabla espinal (diferencia promedio: 40.22 mmHg), lo cual, permite aceptar la hipótesis de trabajo relativa a la diferencia de presión ejercida entre ambos dispositivos. En el caso particular de la columna lumbar, una menor presión en el transporte reduce la contractura muscular tanto en grupos agonistas como antagonistas, resultando en un beneficio para traumatismos con lesión raquímedular, reduce el riesgo de rotura de ligamentos colaterales de la columna y de ligamentos flava, así como al desplazamiento en núcleos pulposos y fractura (en especial de puentes articulares y arcos anteriores en fracturas por estallido). Además, reduce significativamente el dolor percibido durante el transporte y el dolor crónico generado (acorde pronóstico) luego del trauma.
7. En el caso de la tabla espinal, se evidenció una presión sobre la región sacra significativamente mayor que la medida en el colchón de vacío (diferencia promedio: 23.16 mmHg), que permite aceptar la hipótesis de trabajo respecto a la relación entre la presión ejercida por el colchón de vacío respecto a la tabla espinal. La reducción de la presión a nivel sacro, reduce la probabilidad de extensión de fracturas en cuerpo del sacro y en especial lesiones en el plexo pudiendo que en consecuencia es una de las principales complicaciones en este tipo de trauma. Por otro lado, el uso de colchón de vacío puede reducir el riesgo de úlceras por presión en esta zona y por lo tanto, reducir un problema potencial en pacientes que requieren movilización en bloque.
8. En los aspectos biomecánicos relacionados a desplazamiento de la cabeza, se evidenció una diferencia promedio de 0.74 cm, 1.1 cm y 3.92 cm, a favor del colchón de vacío, cuando los dispositivos fueron inclinados a 15°, 35° y 45°

respectivamente, por lo cual, se acepta la hipótesis propuesta que afirma que los desplazamientos en cinemática son menores con el colchón de vacío. Las lesiones por distracción y tracción excesiva pueden acarrear un incremento significativo de mortalidad o complicaciones en pacientes con trauma craneoencefálico grave y lesiones de médula cervical, por lo que, el colchón de vacío podría reducir este tipo de eventos. Por otra parte, los desplazamientos en la cabeza incrementan el riesgo de laceraciones en arterias carótidas, basilar, o venas yugulares en traumas penetrantes. Además, existe mayor probabilidad de incremento de la presión intracraneal y de fracturas en base del cráneo (alas del esfenoide), pero, pueden reducirse con el uso del colchón de vacío.

9. El desplazamiento de tórax a diferentes rangos de inclinación por cada dispositivo (15°, 35° y 45°), fueron más amplios con el uso de la tabla espinal que con el colchón de vacío (diferencia promedio: 0.8 cm, 0.9 cm y 2.92 cm, en cada rango de inclinación respectivamente), comprobando así que, los desplazamientos del tórax son menores con el colchón de vacío. Un menor desplazamiento en la región del tórax en pacientes traumatizados, reduce la probabilidad de muerte en pacientes con tórax inestable (reducción del riesgo de laceración de pericardio y pleural parietal, también reduce el riesgo de neumotórax en fracturas costales amplias e incluso de hemotórax en casos de traumas penetrantes (en especial por objetos lancinantes largos o balas), favoreciendo a un buen control de la hemostasia. Por otra parte, la reducción de los desplazamientos en el tórax mejoran el posicionamiento tanto cervical como dorsal en pacientes con fracturas vertebral con involucramiento de 3 o más vértebras y reduce el riesgo de lesión medular, por tanto es beneficioso en este tipo de pacientes.
10. Con respecto al desplazamiento de pelvis por cada uno de los dispositivos, se evidenció una variación notablemente menor con el uso del colchón de vacío respecto a la tabla espinal (diferencia promedio: 0.59 cm, 2.49 cm 2.84 cm, según la inclinación del dispositivo evaluado), comprobando así la hipótesis respecto al beneficio en la reducción de desplazamientos con el colchón de vacío respecto a la

tabla espinal. La reducción en los desplazamientos de pelvis, reducen drásticamente el riesgo de sangrado masivo por laceración en arterias hipogástricas tanto en traumas cerrados como en traumas abiertos. Además, con el uso de colchón de vacío se reduce la probabilidad de extensión de fracturas pélvicas de ilión a isquion o de isquion a pubis o multifragmentaria, comunes en pacientes con traslados complejos en tabla espinal.

11. En la flexión cervical axial en cada uno de los dispositivos, los resultados fueron variables en función del grado de inclinación ejecutado para el análisis, sin embargo, hubo un menor grado de flexión cervical con el uso de la tabla cervical respecto al colchón de vacío, lo cual, difiere al comparar con resultados en estudios similares, y por tanto, no permite afirmar que el colchón de vacío ofrece menor grado de flexión cervical sobre la tabla espinal.
12. En cuanto a la flexión axial del tronco, se evidenciaron rangos más amplios de desplazamiento con el colchón de vacío frente a lo medido con la tabla espinal en cada uno de los grados de inclinación de los dispositivos. Los estudios con los que se comparó los resultados, muestran una ventaja con el colchón de vacío, lo cual, no pudo demostrarse en nuestro análisis.
13. Las habilidades y destrezas iniciales en ambas sedes de evaluación fueron relativamente similares, aunque, se observaron medias en el puntaje de ECOE menores en la sede del Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre. Sin embargo, en todos los casos hubo serias necesidades de mejora y en ningún caso hubo resultados de manejo excelente o excepcional, lo cual, indica que las técnicas de uso de dispositivos de inmovilización deben ser reforzados.
14. Al aplicar un entrenamiento teórico y práctico sobre la toma de decisiones para el uso de un dispositivo de inmovilización y de los aspectos principales para su aplicación en práctica se evidenció una notable mejoría en los puntajes medios de ECOE tanto en el Servicio Pre Hospitalario del Instituto Superior Tecnológico Cruz

Roja Ecuatoriana como en el Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre, registrándose puntajes con interpretación de manejo excepcional y que superan las expectativas en los voluntarios entrenados, lo cual, demuestra que, una capacitación constante en estos aspectos es fundamental para un mejor resultado en el traslado del paciente.

## **RECOMENDACIONES**

### **Evaluación de biomecánica en simulaciones e implementación de colchón de vacío**

1. Se sugiere considerar la evaluación de los cambios biomecánicos con un maniquí de simulación por cada uno de los dispositivos, para permitir la simulación de situaciones de trauma, y la evaluación del comportamiento cinemático de forma digital en escenarios controlados (análisis de simulación en escenarios de trauma).
2. Se recomienda intentar una evaluación con modelos cadavéricos por cada uno de los dispositivos. Para esto, es necesario contar con ayuda de ingenieros mecánicos, informáticos y programadores de datos, con el fin de diseñar sensores de movimiento, los cuales, puedan ser implantados en el modelo cadavérico y verificado con corrección de incertidumbre y con registros precisos. El uso de modelos cadavéricos y registros biomecánicos permite valorar además de flexiones y desplazamientos, el comportamiento de los órganos con mayor potencial de daño en pacientes con trauma u otras causas que ameritan inmovilización.
3. Se recomienda la documentación y seguimiento de modelos cadavéricos tanto en aceleración como desaceleración y de comportamiento antes de la presión en puntos salientes o declives en el organismo (desde un punto de vista anatómico) y su efecto principal inmediato en un paciente con necesidad de inmovilización, permitirá un mejor abordaje sobre los beneficios de uno u otro dispositivo al momento de tomar una decisión de inmovilización.
4. Se recomienda considerar una evaluación similar a la realizada en este estudio, pero en un escenario de simulación de trauma real, es decir, con recursos como ambulancias y helicópteros, lo cual, permite definir el comportamiento de los dispositivos de una manera más real frente a los datos teóricos obtenidos en nuestro estudio bajo condiciones controladas.

5. En base a los datos obtenidos en este estudio, se puede considerar la inclusión del colchón de vacío como equipo primario de inmovilización y transporte de pacientes traumatizados con sospecha de lesión medular, mismos que deben ser evaluados en ejecución y acción mediante simulacros de rescates y emergencias médicas. Sin embargo, depende de las condiciones de la unidad y el nivel de capacitación del personal que va a manejar este tipo de dispositivo, ya que se ha demostrado en el presente estudio que las habilidades y destrezas de manejo del colchón de vacío influye en el éxito del dispositivo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abram, S., & Bulstrode, C. (2010). Routine spinal immobilization in trauma patients: What are the advantages and disadvantages? *Surgeon*, 8(4), 218–222.  
<https://doi.org/10.1016/j.surge.2010.01.002>
- Ahn, H., Singh, J., Nathens, A., MacDonald, R. D., Travers, A., Tallon, J., ... Yee, A. (2011). Pre-Hospital care management of a potential spinal cord injured patient: A systematic review of the literature and evidence-based guidelines. *Journal of Neurotrauma*, 28(8), 1341–1361. <https://doi.org/10.1089/neu.2009.1168>
- Bale, R., Vogeleson, M., Rieger, M., Buchberger, W., Lukas, P., & Jaschke, W. (2009). A New Vacuum Innovation Extremity. *AJR*, 172(1), 1093–1094.
- Bernhard, M., Gries, A., Kremer, P., & Böttiger, B. W. (2005). Spinal cord injury (SCI) - Prehospital management. *Resuscitation*, 66(2), 127–139.  
<https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2005.03.005>
- Beuran M, Paun S, Gaspar B, Vartic M, Hostiuc S, Chiotoroiu A, & Negoii I. (2012). Prehospital Trauma Care: a Clinical Review. *Chirurgia*, 107(5), 564–570. Retrieved from <https://sci-hub.tw/https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23116846>
- Buchanan, I. M., Coates, A., & Sne, N. (2016). Does mode of transport confer a mortality benefit in trauma patients? Characteristics and outcomes at an Ontario lead Trauma hospital. *Canadian Journal of Emergency Medicine*, 18(5), 363–369.  
<https://doi.org/10.1017/cem.2016.15>
- Chan, D., Goldberg, R. M., Mason, J., & Chan, L. (1996). Backboard versus mattress splint immobilization: A comparison of symptoms generated. *Journal of Emergency Medicine*, 14(3), 293–298. [https://doi.org/10.1016/0736-4679\(96\)00034-0](https://doi.org/10.1016/0736-4679(96)00034-0)
- Connor, D., Greaves, I., Porter, K., & Bloch, M. (2015). Prehospital spinal immobilisation: An initial consensus statement. *Trauma*, 17(2), 146–150.  
<https://doi.org/10.1177/1460408614556441>
- Cooney, D. R., Wallus, H., Asaly, M., & Wojcik, S. (2013). Backboard time for patients receiving spinal immobilization by emergency medical services. *International Journal*

- of Emergency Medicine*, 6(17), 1–3. <https://doi.org/10.1186/1865-1380-6-17>
- Cross, D. A., & Baskerville, J. (2010). Comparison of perceived pain with different immobilization techniques. *Prehospital Emergency Care*, 5(3), 270–274. <https://doi.org/10.1080/10903120190939779>
- Del Rossi, G., Rehtine, G. R., Conrad, B. P., & Horodyski, M. (2010). Are scoop stretchers suitable for use on spine-injured patients? *American Journal of Emergency Medicine*, 28(7), 751–756. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2009.03.014>
- Domeier, R. M., Frederiksen, S. M., & Welch, K. (2005). Prospective performance assessment of an out-of-hospital protocol for selective spine immobilization using clinical spine clearance criteria. *Annals of Emergency Medicine*, 46(2), 123–131. <https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2005.02.004>
- Etier, B. E., Norte, G. E., Gleason, M. M., Richter, D. L., Pugh, K. F., Thomson, K. B., ... Diduch, D. R. (2017). A Comparison of Cervical Spine Motion After Immobilization With a Traditional Spine Board and Full-Body Vacuum-Mattress Splint. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 5(12), 1–8. <https://doi.org/10.1177/2325967117744757>
- Fischer, P. E., Perina, D. G., Delbridge, T. R., Fallat, M. E., Salomone, J. P., Dodd, J., ... Gestring, M. L. (2018). Spinal Motion Restriction in the Trauma Patient—A Joint Position Statement. *Prehospital Emergency Care*, 22(6), 659–661. <https://doi.org/10.1080/10903127.2018.1481476>
- Hamilton, R. S., & Pons, P. T. (2006). The efficacy and comfort of full-body vacuum splints for cervical-spine immobilization. *Journal of Emergency Medicine*, 14(5), 553–559. [https://doi.org/10.1016/S0736-4679\(96\)00170-9](https://doi.org/10.1016/S0736-4679(96)00170-9)
- Hankins, D. G., Rivera-Rivera, E. J., Ornato, J. P., Swor, R. A., Blackwell, T., & Domeier, R. M. (2001). Spinal immobilization in the field: Clinical clearance criteria and implementation. *Prehospital Emergency Care*, 5(1), 88–93. <https://doi.org/10.1080/10903120190940416>
- Hauswald, M., & Braude, D. (2007). Diffusion of Medical Progress: Early Spinal Immobilization in the Emergency Department. *Academic Emergency Medicine*,

14(11), 1087–1089. <https://doi.org/10.1197/j.aem.2007.04.020>

Hood, N., & Considine, J. (2015). Spinal immobilisation in pre-hospital and emergency care: A systematic review of the literature. *Australasian Emergency Nursing Journal*, 18(3), 118–137. <https://doi.org/10.1016/j.aenj.2015.03.003>

Kettner, M. (2016). Spinaltrauma: devices for immobilization. *Radiologe*, 56(8), 684–690. <https://doi.org/10.1007/s00117-016-0120-z>

Kornhall, D. K., Jørgensen, J. J., Brommeland, T., Hyldmo, P. K., Asbjørnsen, H., Dolven, T., ... Jeppesen, E. (2017). The Norwegian guidelines for the prehospital management of adult trauma patients with potential spinal injury. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*, 25(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s13049-016-0345-x>

Kreinst, M., Gliwitzky, B., Schüler, S., Grützner, P. A., & Münzberg, M. (2016). Development of a new Emergency Medicine Spinal Immobilization Protocol for trauma patients and a test of applicability by German emergency care providers. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*, 24(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s13049-016-0267-7>

Krell, J. M., McCoy, M. S., Sparto, P. J., Fisher, G. L., Stoy, W. A., & Hostler, D. P. (2006). Comparison of the Ferno Scoop Stretcher with the long backboard for spinal immobilization. *Prehospital Emergency Care*, 10(1), 46–51. <https://doi.org/10.1080/10903120500366375>

Kwan, I, Bunn, F., & Roberts, I. (2001). Inmovilización espinal para los pacientes traumatizados. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (2), 1–14. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD002803.www.cochranelibrary.com/es>

Kwan, Irene, & Bunn, F. (2005). Effects of prehospital spinal immobilization: A systematic review of randomized trials on healthy subjects. *Prehospital and Disaster Medicine*, 20(1), 47–53. <https://doi.org/10.1017/S1049023X00002144>

Letts, R. M., & Hobson, D. A. (2003). The vacuum splint: an aid in emergency splinting of fractures. *Canadian Medical Association Journal*, 109(7), 599–600.

[https://doi.org/10.1016/s0022-3468\(74\)80345-3](https://doi.org/10.1016/s0022-3468(74)80345-3)

Mahshidfar, B., Mofidi, M., Yari, A. R., & Mehrsorosh, S. (2013). Long backboard versus vacuum mattress splint to immobilize whole spine in trauma victims in the field: a randomized clinical trial. *Prehospital and Disaster Medicine, 28*(5), 462–465.

<https://doi.org/10.1017/S1049023X13008637>

Martín, R. G., Ramón, P. E. A., Capel, F. M., Freitas, T. T., Marín-Cascales, E., Juguera Rodríguez, L., & Ríos, M. P. (2017). Análisis cinemático de la columna vertebral durante la colocación de dos dispositivos de transferencia: tablero espinal frente a camilla de cuchara. *Emergencias, 29*, 43–45.

<https://doi.org/10.1002/14651858.CD002803/pdf>

Maschmann, C., Jeppesen, E., Rubin, M. A., & Barfod, C. (2019). New clinical guidelines on the spinal stabilisation of adult trauma patients – consensus and evidence based.

*Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine, 27*(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s13049-019-0655-x>

Myers, L. A., Russi, C. S., Hankins, D. G., Berns, K. S., & Zietlow, S. P. (2009). Efficacy and compliance of a prehospital spinal immobilization guideline. *International Journal of Emergency Medicine, 2*(1), 13–17. <https://doi.org/10.1007/s12245-009-0082-2>

Oteir, A. O., Smith, K., Stoelwinder, J., Middleton, J. W., Cox, S., Sharwood, L. N., & Jennings, P. A. (2017). Prehospital Predictors of Traumatic Spinal Cord Injury in Victoria, Australia. *Prehospital Emergency Care, 21*(5), 583–590.

<https://doi.org/10.1080/10903127.2017.1308608>

Peery, C. A., Brice, J., & White, W. D. (2007). Prehospital spinal immobilization and the backboard quality assessment study. *Prehospital Emergency Care, 11*(3), 293–297.

<https://doi.org/10.1080/10903120701348172>

Pernik, M. N., Seidel, H. H., Blalock, R. E., Burgess, A. R., Horodyski, M. B., Rehtine, G. R., & Prasarn, M. L. (2016). Comparison of tissue-interface pressure in healthy subjects lying on two trauma splinting devices: The vacuum mattress splint and long spine board. *Injury, 47*(8), 1801–1805. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2016.05.018>

<https://doi.org/10.1016/j.injury.2016.05.018>

- Prasarn, M. L., Hyldmo, P. K., Zdziarski, L. A., Loewy, E., Dubose, D., Horodyski, M., & Rehtine, G. R. (2017). Comparison of the Vacuum Mattress versus the Spine Board Alone for Immobilization of the Cervical Spine Injured Patient. *Spine*, *42*(24), E1398–E1402. <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000002260>
- Queensland Ambulance Services. (2012). *Devices for immobilization*. QSA. <https://doi.org/10.1515/9783110289039.545>
- Rahmatalla, S., DeShaw, J., Stilley, J., Denning, G., & Jennissen, C. (2018). Comparing the Efficacy of Methods for Immobilizing the Thoracic-Lumbar Spine. *Air Medical Journal*, *37*(3), 178–185. <https://doi.org/10.1016/j.amj.2018.02.002>
- Sheerin, F., & de Frein, R. (2007). The Occipital and Sacral Pressures Experienced by Healthy Volunteers Under Spinal Immobilization: A Trial of Three Surfaces. *Journal of Emergency Nursing*, *33*(5), 447–450. <https://doi.org/10.1016/j.jen.2006.11.004>
- Stuke, L., Pons, P., Guy, J., Chapleau, W., Butler, F., & McSwain, N. (2011). Prehospital Spine Immobilization for Penetrating Trauma - Review and Recommendations from the Prehospital Trauma Life Support Executive Committee. *Journal of Trauma - Injury, Infection and Critical Care*, *71*(3), 769–770. <https://doi.org/10.1097/TA.0b013e3182255cb9>
- Ten Brinke, J. G., Groen, S. R., Dehnad, M., Saltzherr, T. P., Hogervorst, M., & Goslings, J. C. (2018). Prehospital care of spinal injuries: a historical quest for reasoning and evidence. *European Spine Journal*, *27*(12), 2999–3006. <https://doi.org/10.1007/s00586-018-5762-2>
- Velopulos, C. G., Shihab, H. M., Lottenberg, L., Feinman, M., Raja, A., Salomone, J., & Haut, E. R. (2018). Prehospital spine immobilization/spinal motion restriction in penetrating trauma: A practice management guideline from the Eastern Association for the Surgery of Trauma (EAST). *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, *84*(5), 736–744. <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000001764>
- Vickery, D. (2001). The use of the spinal board after the pre-hospital phase of trauma management. *Emergency Medicine Journal*, *18*(1), 51–54. <https://doi.org/10.1136/emj.18.1.51>

White Iv, C. C., Domeier, R. M., & Millin, M. G. (2014). EMS spinal precautions and the use of the long backboard-resource document to the position statement of the national association of EMS physicians and the american college of surgeons committee on trauma. *Prehospital Emergency Care, 18*(2), 306–314.

<https://doi.org/10.3109/10903127.2014.884197>

Zadry, H. R., Susanti, L., & Rahmayanti, D. (2017). Ergonomics intervention on an alternative design of a spinal board. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, 23*(3), 393–403. <https://doi.org/10.1080/10803548.2016.1156843>

## ANEXO 1. FORMULARIO DE RECOLECCIÓN DE DATOS



“Valoración de los resultados primarios y secundarios en relación a la inmovilización con tabla espinal versus colchón de vacío para el transporte de pacientes en el aeropuerto internacional mariscal sucre de quito y el Servicio Pre Hospitalario del Instituto Superior Tecnológico Cruz Roja ecuatoriana en el periodo octubre 2019 - febrero del 2020.”

### FORMULARIO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

No.

#### Bloque A. Datos Generales

Fecha de recolección:			
Responsable:			
Edad (años)			
Índice de Masa Corporal			Kg/m <sup>2</sup>
Talla			metros
Centro de Evaluación	Cruz Roja		Aeropuerto de Quito

#### Bloque B. Dispositivos y Entrenamiento de personal prehospitalario

Dispositivo Utilizado	Colchón de Vacío		Tabla Espinal	
Puntaje Obtenido en ECOE			puntos	

**Bloque C. Análisis de Biomecánica****C1. Resultados Primarios**

Tiempo de aparición de disconfort		segundos
Disconfort (Puntaje EVA)		puntos
Presión Occipital		mmHg
Presión Lumbar		mmHg
Presión Sacro-Coccígea		mmHg

**C2. Resultados Secundarios**

Desplazamiento (cabeza a 15°)		mm
Desplazamiento (cabeza a 35°)		mm
Desplazamiento (cabeza a 45°)		mm
Desplazamiento (tórax a 15°)		mm
Desplazamiento (tórax a 35°)		mm
Desplazamiento (tórax a 45°)		mm
Desplazamiento (pelvis a 15°)		mm
Desplazamiento (pelvis a 35°)		mm
Desplazamiento (pelvis a 45°)		mm
Flexión/Extensión Cuello (15°)		grados
Flexión/Extensión Cuello (35°)		grados
Flexión/Extensión Cuello (45°)		grados
Flexión/Extensión Tronco (15°)		grados
Flexión/Extensión Tronco (35°)		grados
Flexión/Extensión Tronco (45°)		grados
Lateralización Cuello (15°)		grados
Lateralización Cuello (35°)		grados
Lateralización Cuello (45°)		grados

## **ANEXO 2. CASOS SIMULADOS PARA ECOE**

### **Caso Simulado A (Pre Test)**

**Antecedentes socioeconómicos:** Paciente mestizo, de 19 años de edad, acorde a identificación es empleado privado de carácter administrativo, no se puede obtener mayor información al estar en estado de inconciencia.

**Motivo de Atención:** Se comunica de paciente de 19 años, encontrado en calle de alto tránsito, en estado de inconciencia, derivado de una riña callejera, en la que recibió –de acuerdo a relato de un testigo-, un golpe con objeto contuso (bate) por 6 ocasiones, a nivel de la cabeza y tórax. Se hallan en la escena además botellas rotas derivadas de la riña. No se evidencian elementos circunstanciales adicionales.

**Aspectos semiológicos del paciente estandarizado:** Se evidencia herida de 4 cm, en la región occipital, con sangrado moderado, además se evidencia un hematoma a nivel de antebrazo izquierdo y derecho con deformidad (sugestivo de fractura de Monteggia). Se evidencia hematoma y edema en región malar del lado derecho. El examen ocular, no revela anisocoria, las pupilas son reactivas a la luz y la acomodación. El patrón respiratorio es normal, no se evidencian secreciones a nivel de boca, a nivel nasal, se evidencia epistaxis anterior de fosa nasal derecha leve. TA: 100/70 mmHg, FC: 98 lpm, FR: 14 resp/min, pulsos radiales 3+/4 bilateral, pulso carotídeo 4+/4 bilateral, no se evidencian signos de lesión vascular. Glasgow: 10/15 (O: 2, V: 3, M: 5), sin embargo, 2 minutos tras la evaluación inicial, el paciente empieza a despertar, y el Glasgow es de 14/15 (O: 4, V: 4, M: 6), y le refiere dolor en el cuello, y se evidencia dolor a la palpación. Además, evidencia aliento similar a alcohol.

## **Caso Simulado B (Post-Test)**

**Antecedentes socioeconómicos:** Paciente masculino, mestizo, de 35 años de edad, trabajador de la construcción desde hace 8 meses, además realiza tareas de pintura y trabajos en altura, acorde referencia del paciente.

**Motivo de Atención:** Se comunica de paciente masculino, quien cae de una altura de 2 metros al resbalar de un andamio, sobre una pila de arena. De acuerdo a compañeros de trabajo, el paciente no pierde la conciencia tras la caída, sin embargo, se le es imposible incorporarse dado que siente debilidad en las piernas. No se evidencian elementos cortantes alrededor de la escena, tampoco caída de objetos sobre el paciente.

**Aspectos semiológicos del paciente estandarizado:** Se encuentra a paciente adolorido, conciente en tres esferas. Valoración de vía aérea y respiración sin alteraciones, cardiovascular con TA: 130/85 mmHg, FC: 78 lpm, FR: 16 resp/min, sin sangrados evidentes. Valoración de Glasgow 15/15 (O: 4, V: 5, M: 6), no se evidencia anisocoria y las pupilas son reactivas a la luz y la acomodación. Se evidencia debilidad en las cuatro extremidades con incapacidad de mantenerlas firmes en contra de la gravedad, la sensibilidad está conservada. Refiere ligero dolor en región cervical y lumbar. A la palpación impresiona dolor en hemitórax derecho principalmente, y dolor a la palpación en la región lumbar y cervical, siendo la de mayor intensidad la encontrada entre C6-C7 y L4-L5. Se evidencia hiporeflexia en región rotuliana, aquílea, y tricípital bilateral. No se evidencian signos de intoxicación, tampoco dificultades para hablar o comunicarse. Hay leve dolor a la rotación activa del cuello.

### ANEXO 3. RÚBRICA DE EVALUACIÓN ECOE



**“Valoración de los resultados primarios y secundarios en relación a la inmovilización con tabla espinal versus colchón de vacío para el transporte de pacientes en el aeropuerto internacional mariscal sucre de quito y el Servicio Pre Hospitalario del Instituto Superior Tecnológico Cruz Roja ecuatoriana en el periodo octubre 2019 - febrero del 2020.”**

#### RÚBRICA PARA VALORACIÓN DE ECOE

<b>Fecha de evaluación:</b>	
<b>Responsable:</b>	
<b>Paramédico Evaluado</b>	

<b>Estación 1: Conocimiento de Criterios</b>						
<b>Aspecto Evaluado</b>	Excepcional	Supera Expectativas	Cumple Expectativas	Necesita Mejorar	No Satisfactorio	No observado o No Aplica
Establece la secuencia ABCDE para la valoración inicial de necesidad de inmovilización (los menciona y explica)	5	4	3	2	1	
Determina los valores alterados en ABCDE, y prosigue a valoración MARSHAL y de región cervical (los menciona y explica)	5	4	3	2	1	
Determina el tipo de inmovilización a utilizar (manual en línea, mínima, parcial sin collarín cervical o completa), lo justifica y organiza el equipo para su ejecución	5	4	3	2	1	

**Estación 2: Disposición de Inmovilización**

Aspecto Evaluado	Excepcional	Supera Expectativas	Cumple Expectativas	Necesita Mejorar	No Satisfactorio	No observado o No Aplica
Determinar los recursos necesarios para ejecutar la inmovilización (los menciona y explica)	5	4	3	2	1	
Explica el paso a paso a seguir para ejecutar la inmovilización (realiza una simulación de su accionar)	5	4	3	2	1	
Realiza una revaloración previo a ubicar al paciente en el dispositivo o estrategia de inmovilización (lo menciona al menos)	5	4	3	2	1	
Establece las responsabilidades de los miembros del equipo (los menciona, ejecuta prebriefing, y procede a ubicarlos)	5	4	3	2	1	

**Estación 3: Ejecución de Inmovilización**

Aspecto Evaluado	Excepcional	Supera Expectativas	Cumple Expectativas	Necesita Mejorar	No Satisfactorio	No observado o No Aplica
Describe la técnica adecuada de inmovilización de acuerdo al caso (lo menciona y explica al equipo de rescate)	5	4	3	2	1	
Realiza la ubicación y preparación del paciente en el dispositivo o técnica a ejecutar (ejecuta y menciona el paso a paso)	5	4	3	2	1	
Posiciona al paciente en el dispositivo (de ser el caso), y describe las acciones a tomar para asegurar al paciente (menciona el paso a paso de los insumos a usar y ejecuta el aseguramiento)	5	4	3	2	1	
En el caso de usar collarín cervical, describe el motivo principal de uso, menciona y ejecuta el paso a paso (colocación del collarín)	5	4	3	2	1	
Menciona la técnica para el levantamiento, traslado y posicionamiento del paciente hacia la camilla (menciona el paso a paso y lo ejecuta)	5	4	3	2	1	

## Anexo 4. Consentimiento Informado

### Consentimiento Informado

**Título de la investigación:** “Valoración de los resultados primarios y secundarios en relación a la inmovilización con tabla espinal versus colchón de vacío para el transporte de pacientes en el aeropuerto internacional mariscal sucre de quito y el Servicio Pre Hospitalario del Instituto Superior Tecnológico Cruz Roja ecuatoriana en el periodo octubre 2019 - febrero del 2020.”

**Organización del investigador:** Pontificia Universidad Católica del Ecuador

**Nombre del investigador o investigadores:** Benalcázar Véliz María Elena, Serrano Linares Rafael

**Datos de localización del investigador principal:** Benalcázar Véliz María Elena (e-mail:

[marie\\_beve@hotmail.com](mailto:marie_beve@hotmail.com); celular: 099 597 9152), Serrano Linares Rafael (e-mail:

[rafaelserranolinares@gmail.com](mailto:rafaelserranolinares@gmail.com); celular: 098 240 0149)

DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO
<b>Introducción</b>
<p>Este formulario incluye un resumen del propósito de este estudio. Usted puede hacer todas las preguntas que quiera para entender claramente su participación y despejar sus dudas. Para participar puede tomarse el tiempo que necesite para decidir su participación o no en el presente estudio.</p> <p>Usted ha sido invitado a participar en una investigación que busca evaluar las variaciones de posición que pueden presentarse cuando se utiliza una tabla espinal o colchón de vacío para inmovilizar a un paciente y trasladarlo.</p>
<b>Propósito del estudio</b>
<p>Este estudio busca determinar si los resultados en torno a desplazamiento, movimientos de cabeza y tronco o comodidad son diferentes entre una tabla espinal (tabla rígida) o un colchón de vacío</p> <p>En el estudio participarán 50 voluntarios, 15 paramédicos y 2 especialistas en Emergencias y Desastres. A los voluntarios se les inmovilizará tanto con una tabla rígida y un colchón de vacío, para trasladarlos a una camilla de evaluación. La participación estimada del voluntario es de 25 minutos.</p>
<b>Descripción de los procedimientos</b>
<p>El estudio tiene una duración de 2 meses, y su participación real en el presente será de 25 minutos, que es el tiempo que se estima para su evaluación en tabla espinal y colchón de vacío</p> <p>Para su conocimiento, detallaré a continuación los pasos a seguir en este estudio:</p> <p><b>Paso 1:</b> Aprobaciones de ley por parte del Aeropuerto Mariscal Sucre de Quito y el Servicio Pre Hospitalario del Instituto Superior Tecnológico Cruz Roja Ecuatoriana y Subcomité de Bioética de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, cuyo periodo de evaluación y revisión puede ser de 15 a 30 días.</p> <p><b>Paso 2:</b> Ejecución del estudio, donde en primer momento se determinarán las personas que participarán en este estudio, un proceso que está regulado por criterios de inclusión, y que tiene una duración de 2 días promedio</p> <p><b>Paso 3:</b> Valoración con tabla espinal y colchón de vacío: en esta fase su participación es crucial. Se le inmovilizará en la tabla y colchón y con paramédicos será movido hasta una camilla de evaluación, similar a lo que sucedería si usted sufre un accidente de tránsito. La duración estimada de valoración es de 25 minutos.</p> <p><b>Paso 4:</b> Análisis de datos y presentación de resultados: esta durará 1 mes, y aquí usted no participará de forma activa, sino que únicamente se ingresarán los resultados que resulten de la evaluación y las características generales de su talla y peso, para poder ser interpretados por el equipo investigador.</p>

### **Riesgos y beneficios**

Los riesgos a los que usted se expone en este estudio son los siguientes:

1. Caídas durante el traslado del suelo a la camilla de rescate y de evaluación: para prevenir esto, se usará un equipo de al menos 15 paramédicos, y la supervisión de 2 especialistas en Emergencias y Desastres, que harán una contención eficaz, reduciendo al mínimo la probabilidad de este evento.
2. Dolor: se estima que menos el 0.01% experimentarán dolor al uso de tabla espinal, la cual, se mitigará, retirándolo del dispositivo y evaluándolo clínicamente, tras su participación.
3. Todos los riesgos son de corto plazo, y estarán plenamente controlados por la investigadora.

Los beneficios de este estudio son los siguientes:

1. Conocer si los dispositivos al vacío son eficaces y más seguros para la inmovilización completa de pacientes
2. Determinar si es factible el establecimiento de criterios unificados para la decisión de inmovilización en pacientes con traumatismos.
3. Definir las brechas y opciones de mejora para el entrenamiento de paramédicos en función al uso de dispositivos para la inmovilización de pacientes.

### **Confidencialidad de los datos**

Para nosotros es muy importante mantener su privacidad, por lo cual aplicaremos las medidas necesarias para que nadie conozca su identidad, ni tenga acceso a sus datos personales. Estas medidas son:

- 1) La información que nos proporcione se identificará con un código que reemplazará su nombre y se guardará en un lugar seguro donde solo el equipo de investigación de este estudio tendrá acceso
- 2) Su nombre u otros datos no serán mencionados en los reportes o publicaciones.
- 3) El Subcomité de Bioética de la PUCE podrá tener acceso a sus datos en caso de que surgieran problemas en cuando a la seguridad y confidencialidad de la información o de la ética en el estudio, asegurando así el respeto su privacidad

### **Derechos y opciones del participante**

Usted puede decidir no participar en este estudio y si decide no participar solo debe decírselo a la persona que le explicó este documento. Además aunque decida participar puede retirarse del estudio cuando lo desee.

Es importante recordarle que usted no recibirá ningún pago, ni tendrá que pagar absolutamente nada por participar en este estudio.

### **Información de contacto**

Si usted tiene alguna pregunta sobre el estudio por favor llame a los siguientes teléfonos: Dra. María Elena Benalcázar (099 597 9152), Dr. Rafael Serrano (celular: 098 240 0149)

### **Consentimiento informado**

Comprendo mi participación en este estudio. Me han explicado los riesgos y beneficios de participar en un lenguaje claro y sencillo. Todas mis preguntas fueron contestadas. Me permitieron contar con tiempo suficiente para tomar la decisión de participar y me entregaron una copia de este formulario de consentimiento informado. Acepto voluntariamente participar en esta investigación.

Firma del participante	Fecha
Firma del testigo ( <i>si aplica</i> )	Fecha
Nombre del investigador que obtiene el consentimiento informado	
Firma del investigador	Fecha