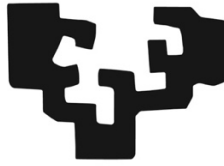


eman ta zabal zazu



Universidad  
del País Vasco

Euskal Herriko  
Unibertsitatea

Relación entre el diámetro arterial  
vertebral igual o menor de 3 mm y la  
reducción de su flujo sanguíneo durante  
la manipulación osteopática cervical que  
incluye el parámetro de inclinación

TESIS DOCTORAL

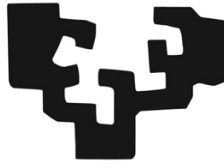
Oscar Atillo Taibo

Leioa 2019





eman ta zabal zazu



Universidad  
del País Vasco

Euskal Herriko  
Unibertsitatea

Relación entre el diámetro arterial  
vertebral igual o menor de 3 mm y la  
reducción de su flujo sanguíneo durante  
la manipulación osteopática cervical que  
incluye el parámetro de inclinación

TESIS DOCTORAL

Oscar Atillo Taibo

Leioa 2019



Tesis doctoral presentada por  
Oscar Atillo Taibo

Director

Prof. Dr. Pedro Rolando Grandes Moreno

Co-director

Dr. Jose Luís del Cura Rodríguez

Departamento de Neurociencias  
Facultad de Medicina y Enfermería  
Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea

Leioa 2019



# **AGRADECIMIENTOS**



Fue hacia por el año 2001, cuando me encontré como oyente en una clase de anatomía del primer curso de medicina. Por aquel entonces me encontraba cursando mis estudios de osteopatía, era, y sigo siendo un apasionado de la anatomía, como dice mi gran amigo Camilo, la anatomía nos tranquiliza. No nos conocíamos de nada, y a pesar de ello, puede que por esta pasión que sigue viva o quizá por insistir, acabe asistiendo a una infinidad de clases, no solo de anatomía, sino de muchas otras asignaturas, las cuales, me abrieron un mundo de conocimiento maravilloso. De las clases teóricas de anatomía, callado, sin preguntar, solo observando y aprendiendo cada día algo nuevo, y sintiendo la mirada en mí como quien mira a un extraño, acabe asistiendo sin saber como a las clases de disección que se impartían para los monitores de cada curso. No había horas en el día para asimilar todo lo que estaba aprendiendo, no entendía como la vida me estaba regalado aquellas innumerables horas de conocimiento que venían de alguien que no me conocía absolutamente de nada, supongo que los buenos docentes y las buenas personas se dan cuenta de quien tiene interés por aquello que para ellos, es una pasión.

Han pasado ya 18 años desde aquella época. Durante estos 18 años, han pasado muchas cosas. La finalización de mis estudios de osteopatía, la finalización del grado en fisioterapia, el master de neurociencias, cientos de horas de disección, cientos de horas de estudio, la creación de una escuela de osteopatía, una madre, dos hijas...y el comienzo de una tesis, que llega a su fin.

No tendría espacio suficiente para agradecer la disposición, el apoyo, el cariño y la atención que durante estos 18 años me has demostrado Pedro. El Prof. Dr. Pedro Grandes, se ha ido convirtiendo en un referente para mí en muchos aspectos de mi vida personal y profesional, no tendré tiempo suficiente en una vida para agradecértelo, a pesar de ello, gracias, porque pasaste de creer en mí como persona interesada en la anatomía, a ser mi tutor de tesis, mi apoyo y mi amigo. Espero que, de una forma u otra, este humilde trabajo te haga sentirte orgulloso de estos años, porque esto, no es más que el fruto de esa confianza.

Gracias al Dr. Jose Luis del Cura, un apoyo incondicional, un ejemplo a seguir en cuanto a trabajo, perseverancia y humildad, un maravilloso clínico y mejor persona, me has apoyado y has hecho este trabajo a mi lado, me has acompañado y has dejado que descubra cosas que jamás pensé que descubriría. Has abierto una puerta que no sé a dónde me lleva, pero la sensación de incertidumbre es maravillosa.

Gracias a Delbiñe, eres maravillosa, todo lo haces sencillo, gracias a Aitziber, ojalá hubiese muchas más personas como tú en la parte que realizas, es fundamental, gracias a Nacho, tu espacio y tu ayuda fueron fundamentales para arrancar esta tesis, gracias a Rafa, por tus palabras de apoyo, por tu interés en lo que hacía, gracias a todas las personas que me ayudaron a solucionar los trámites con el CEISH así como a conseguir voluntarios, no teníais que hacerlo, y lo hicisteis, gracias a Fernando y a Ángel por vuestra ayuda en las disecciones, además de vuestro trabajo, gracias a todos y cada uno de los docentes del máster de



neurociencias, cada día era una lluvia de conocimientos que aumentaba la pasión por este trabajo, gracias a mis compañer@s del máster, fuisteis un apoyo y un ejemplo de ilusión, vivimos grandes momentos que nunca olvidaré.

Quiero agradecer a todos l@s voluntari@s que han hecho posible esta tesis, todos de una forma altruista habéis colaborado en que esto sea una realidad, gracias por desplazaros, por esperar y por vuestra ayuda.

La vida me obliga a ser agradecido, este es un proyecto que nació hace años, un proyecto que surge de la inquietud por saber lo que realmente hacemos en nuestra profesión, por aumentar nuestro conocimiento en la clínica diaria. La inquietud solo surge si compartes, el conocimiento si no se comparte no sirve para nada. Los últimos años de mi vida personal y profesional, he tenido la gran suerte de compartirlos con dos personas que han sido el motor de un cambio en mí que jamás hubiese imaginado. Borja Fermazdez, quizá seas una de las personas con más potencial que jamás haya conocido, de ser un alumno brillante, te has convertido en todo un profesional a seguir, a respetar y a admirar, eres sin duda un gran compañero y un gran amigo, gracias a ti también por escucharme, sabes escuchar y eso es lo principal en nuestro mundo de terapeutas. Camilo Prieto, el “boss”, la admiración que siento por ti es equivalente a la pasión que ambos sentimos por nuestro trabajo, por nuestra forma de vida, gracias por estar al otro lado del teléfono y sufrir en muchas ocasiones este largo camino a mi lado. Sé que ambos os alegráis, se que ambos disfrutáis de este momento como yo. La escuela EMRA es nuestro camino, algo creado desde la pasión, este, también es un logro

de la escuela, ella me ha cambiado, me ha marcado un camino que no deseo abandonar, espero estar a vuestra altura.

Debo dar las gracias a la Dra. Seisa Garcia, profesionales como tú son los que cambiaréis el mundo de la terapia, eres nuestra madre terapéutica, te queremos.

Marc Sisquella, eres una de las mejores personas que conozco, gracias por tu inestimable ayuda, jamás lo olvidaré.

Gracias a mis maestros, a mis referencias, René Daubagna, fuiste el responsable de implantar la semilla de la osteopatía en mí, el regalo que me has hecho es junto a mi familia, lo más importante de mi vida. Francoise Terramorsi, me devolviste al camino, la vida nos debe un momento, llegará seguro, gracias por las dudas porque son la clave de esta tesis.

Gracias a todos los referentes en mi mundo, Pedro Rubio, Enric Sirvent, Ricard Tutusaus, Jose Luis Fernández Torre, Silvia Taramundi, gracias a todos por estar ahí y demostrarme que juntos podemos hacer grandes cosas.

El Centro Aïthia es mi pequeño tesoro, de él, surgen todas y cada una de las dudas y de los proyectos de mi vida. No hace mucho que estaba convencido de que mi camino era el adecuado, vosotros, mis compañeros del día a día habéis hecho que me de cuenta de lo equivocado que estaba, sin vosotros, Aïthia no sería lo que es, Iratxe, Judith, Nagore y Ander, gracias por poner buena cara día tras día, nos queda un largo camino juntos, va a ser maravilloso, formáis parte de mi familia.

Detrás de una tesis, siempre hay personas que dan apoyo, que empujan y dan fuerzas aun desde la distancia, cada persona debe tener un lugar donde respirar, donde tomar fuerzas. Gracias Carlos por tu apoyo incondicional, eres mi gran descubrimiento.

Gracias como no puede ser de otra forma a mis padres y hermano, sois parte de mi historia.

María amatxu, María hija y Lucia, esta tesis es vuestra, os la merecéis. Gracias por cada uno de los días y las noches vividas durante esta tesis, por entender cada ausencia, por la comprensión, por al apoyo, por las sonrisas y los abrazos, es imposible que una persona termine un proyecto de esta envergadura sin una familia detrás, sois el sentido de mi vida, os quiero.

Gracias a la vida.



**A mi mujer María  
y a mis hijas María y Lucia**



## **0. ÍNDICE**





---

<b>1. Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Presente y futuro.....</b>	<b>6</b>
<b>1.2 La región cervical con disfunción articular.....</b>	<b>6</b>
<b>1.3 Definición de disfunción articular.....</b>	<b>7</b>
<b>1.4 Valoración de la disfunción articular.....</b>	<b>7</b>
<b>1.5 Aspectos clínicos de la DACE.....</b>	<b>8</b>
<b>1.6 Sintomatología en la DACE.....</b>	<b>9</b>
<b>1.7 Dolor referido de origen cigapofisario.....</b>	<b>10</b>
<b>1.8 Inervación cigapofisaria .....</b>	<b>12</b>
<b>1.9 La terapia manual cervical y sus efectos analgésicos.....</b>	<b>15</b>
<b>1.10 TM y posibles mecanismos de analgesia.....</b>	<b>16</b>
<b>1.11 Efectos de la manipulación.....</b>	<b>17</b>
<b>1.12 SNA y TM .....</b>	<b>18</b>
<b>1.13 Insuficiencia vertebro basilar como contraindicación para la         TMT.....</b>	<b>19</b>
<b>1.14 Recorrido de la AV.....</b>	<b>21</b>
<b>1.15 AVs y localización de las lesiones.....</b>	<b>22</b>
1.15.1 Segmento V1 de la AV.....	22
1.15.2 Segmento V2 de la AV.....	25
1.15.3 Segmento V3 de la AV.....	27
1.15.4 Segmento V4 de la AV.....	30
<b>1.16 AV y su fisiopatología.....</b>	<b>32</b>
<b>1.17 Factores de riesgo.....</b>	<b>35</b>
<b>1.18 Factores relacionados con la manipulación.....</b>	<b>37</b>
<b>1.19 Ecografía de las AVs.....</b>	<b>43</b>
1.19.1 Efectos que se producen en las variables.....	45
1.19.1.a Cambios a nivel proximal (craneal).....	46
1.19.1.b Cambios a nivel distal (caudal).....	46
1.19.2 Conceptos básicos sobre imágenes ecográficas.....	47
1.19.2.a Flujo sanguíneo.....	47

---

1.19.2.b Imagen flujo color.....	48
1.19.2.c Ángulo del doppler y volumen.....	49
1.19.2.d Velocidad .....	50
1.19.2.e Flujo y su dirección.....	51
1.19.2.f Máxima velocidad.....	52
1.19.2.g Pulsatilidad.....	53
<b>1.20 Desarrollo del concepto de la TMTH.....</b>	<b>55</b>
1.20.1 TMTH con objetivo mecánico.....	55
1.20.2 TMTH con objetivo reflejo.....	55
<b>1.21 Propuesta metodológica de aplicación de la TMTH.....</b>	<b>56</b>
<b>1.22 Manipulación vertebral y sus efectos neurofisiológicos.....</b>	<b>56</b>
<b>1.23 Intervención con practica manipulativa.....</b>	<b>58</b>
1.23.1 Slack .....	58
1.23.2 Thrust.....	59
<b>1.24 Biomecánica cervical.....</b>	<b>60</b>
<b>1.25 Mecánica del movimiento.....</b>	<b>61</b>
<b>1.26 El centro instantáneo de rotación (en adelante CIR).....</b>	<b>62</b>
<b>1.27 Raquis cervical inferior (de C2-C3 a C7-T1).....</b>	<b>63</b>
<b>2. Hipótesis.....</b>	<b>67</b>
<b>3. Objetivos.....</b>	<b>71</b>
<b>4. Materiales y métodos.....</b>	<b>75</b>
<b>4.1 Diseño .....</b>	<b>77</b>
<b>4.2 Participantes del estudio.....</b>	<b>77</b>
4.2.1 Descripción de la muestra.....	77
4.2.2 Selección de participantes.....	77
<b>4.3 Criterios de inclusión.....</b>	<b>81</b>
<b>4.4 Criterios de exclusión.....</b>	<b>81</b>
<b>4.5 Cantidad de muestra.....</b>	<b>82</b>

---

4.6 Grupo.....	82
4.7 Variables.....	83
4.8 Recogida y análisis de datos.....	85
4.9 Limitaciones del estudio.....	88
4.10 Lugar de estudio.....	89
4.11 Análisis estadístico.....	89
<b>5. Resultados.....</b>	<b>91</b>
5.1 Descripción de la muestra.....	93
5.2 Resultados.....	94
<b>6. Discusión.....</b>	<b>97</b>
<b>7. Conclusiones.....</b>	<b>105</b>
<b>8. Bibliografía.....</b>	<b>109</b>
<b>9. Anexos.....</b>	<b>121</b>
9.1 Anexo 1.....	123
9.2 Anexo 2.....	138
9.3 Anexo 3.....	139
9.4 Anexo 4.....	144
9.5 Anexo 5.....	146
9.6 Anexo 6.....	148
9.7 Anexo 7.....	155



## **ABREVIATURAS**



---

TMTH	Técnica manipulativa con thrust
TMTH S+I	Técnica manipulativa con thrust que incluye el parámetro de inclinación
DF	Velocidad telediastólica (Diastolic Flow)
PS	Pico sistólico
IR	Índice de resistencia
TM	Terapia manual
IVB	Insuficiencia vertebro basilar
DACE	Disfunción articular a nivel cervical
AV	Arteria vertebral
AVs	Arterias vertebrales
ROM	Rango de movimiento
CIR	Centro instantáneo de rotación
CC	Columna cervical
IMC	Índice de masa corporal
HTA	Hipertensión arterial
SNC	Sistema nervioso central
PAG	Sustancia gris periacueductal
VPAG	División ventral de la sustancia área gris periacueductal
LPAG	División ventral de la sustancia gris periacueductal
SNA	Sistema nervioso autónomo
CEISH	Comité de Ética para las Investigaciones relacionadas con Seres Humanos





## **RESUMEN**



El 22 de junio de 1874, el Dr. Andrew Taylor Still anunció una nueva filosofía médica a la cual denominó “Osteopatía”; combinación de la palabra griega “osteo” o hueso y de palabra griega “pathy” que significa sentir. El Dr. Still fue uno de los primeros médicos que apostaron por la difusión de la llamada “Medicina Holística”, que, según su teoría, sabemos que todas las partes del cuerpo están en relación unas con otras y, por tanto, la persona debe ser tratado según el concepto de la globalidad.

Uno de los principios de la osteopatía, es la llamada “ley de la arteria”, la cual muestra que la suspensión o ruptura del flujo vascular es el principio para la implantación de una lesión o enfermedad. Esta fue una de las primeras hipótesis a través de la cual se podrían explicar los efectos de los tratamientos osteopáticos, ya que dicha teoría aboga por la idea de un efecto neurovascular sobre el tono de una arteria, consiguiendo por tanto la mejoría del tejido que esta irriga.

Han pasado casi 150 años desde aquel pronunciamiento y hoy día sigue siendo uno de los pilares por los cuales se rigen tanto escuelas de osteopatía de todo el mundo, como terapeutas que practican la osteopatía. Se puede decir que a día de hoy, esta “ley de la arteria” cuenta con menos investigación clínica de la que debería tener; a pesar de ello, la parte empírica es amplia sin duda.

Como ocurre con todas las teorías, existen defensores y detractores. Los detractores, advierten de la posibilidad de que la osteopatía sea peligrosa en sí, más aún la práctica de la manipulación cervical por el supuesto riesgo vascular que le atribuyen a la misma. Los defensores, en muchas ocasiones faltos de evidencia científica que justifique sus afirmaciones, apoyan la idea contraria, no solo negando dicho riesgo, sino afirmando el beneficio que las manipulaciones aportan.

En los últimos años, la relación entre la técnica manipulativa con thrust (TMTH) a nivel cervical y lesión de la arteria vertebral (AV), ha sido motivo de estudio para numerosos terapeutas e investigadores relacionados con la terapia manual (TM). A pesar de ello, actualmente se desconoce con exactitud si la TMTH a nivel cervical tiene una relación directa con la lesión de la AV debido a la gran disparidad de resultados que aportan los estudios realizados.

Este estudio, pretende aportar más información acerca de la posible relación existente entre la TMTH y la AV, así como revisar la literatura actual relacionada con el tema en cuestión. En la actualidad existen diferentes líneas tanto de enseñanza como de tratamiento, las cuales incluyen diferentes parámetros a la hora de realizar la TMTH. Se analizan las diferentes publicaciones al respecto y se decide centrar el estudio en la TMTH que incluye el parámetro de inclinación (S+I), ya que el de inclinación es uno de los parámetros menos estudiados. Se plantean tres variables a estudiar

mediante técnica ecográfica: estas son el índice de resistencia (en IR), el pico sistólico (PS) y la velocidad telediastólica (DF). Dichas variables son evaluadas antes de la realización de la TMTH S+I (valores neutros) y durante la realización del gesto pre-manipulativo, comparando de esta manera los valores obtenidos en ambos momentos.

Por otro lado, y debido a la falta de consenso en la enseñanza de la TMTH, se aporta un documento gráfico de los pasos a realizar en la práctica de la TMTH teniendo en cuenta los parámetros fisiológicos articulares de la columna cervical (CC). Dicho documento tiene como objetivo establecer unas bases unificadas con criterio anatomofisiológico a la hora de realizar la TMTH, en este caso, siguiendo una hipótesis inicial, la cual no contempla el parámetro de inclinación en la TMTH.

Los resultados obtenidos en esta Tesis Doctoral demuestran que no existen diferencias estadísticamente significativas en cuanto a cambios en las variables de IR, DF y PS en la AV contralateral durante la aplicación de TMTH S+I en la CC (C3-C4) en participantes con edad comprendida entre 20 y 30 años sin disfunción articular a nivel cervical (DACE) y sin patología vascular conocida.



## **1. INTRODUCCIÓN**





Con la realización de este trabajo doctoral pretendemos comprobar la influencia que tiene sobre las variables DF, PS e IR de la AV el parámetro de inclinación de la TMTH.

Esta investigación se ha llevado a cabo en pacientes que no han sido diagnosticados de DACE; esta decisión se basó, por un lado, en que son técnicas que se emplean habitualmente en terapia manual y, por otro, el hecho de que fueron pacientes no diagnosticados de DACE al no presentar dolor, lo cual podría suponer una dificultad para la realización de la prueba ecográfica. Por tanto, a los criterios de exclusión se añadió un diagnóstico previo negativo de DACE.

Con todo ello, el objetivo principal fué obtener datos estadísticos por medio de la técnica de ecografía Doppler que permite cara a medir de forma fiable las variables de DF, PS e IR (*Zwiebel WJ, 2002*), con el fin de determinar si el parámetro de inclinación de la TMTH tiene influencia significativa sobre dichas variables de la arteria vertebral contralateral a la TMTH.

El fin último es obtener información sobre la utilización de la TMTH de una manera segura y científicamente probada.

Entre el 7,7-8,3% de la población de Estados Unidos utiliza algún tipo de medicina complementaria o alternativa (Druss y cols., 1999), del cual, el 30-40% suele ser tratado con TMTH (Druss y cols., 1999). Hoy en día existen muchos estudios que defienden la utilización de esta técnica para mejorar los síntomas en pacientes con lumbalgia aguda y dolor cervical (Hurwitz y cols., 1996); sin embargo, se sigue sin conocer con exactitud los mecanismos neurofisiológicos de sus efectos. Otros en cambio, no apoyan su utilización, debido a que la relacionan con lesión en la AV. Se cree que los riesgos de lesión en la AV aumentan con la edad debido a la degeneración de la columna cervical y a los cambios arterioescleróticos. A pesar de ello, la lesión de las arterias cervicales es una de las consecuencias más habituales en personas jóvenes menores de entre 30-45 años (Crawford y cols., 1984; Prabhakar y cols., 2001; Chan y cols., 2002).

La comunidad científica no posee un consenso en cuanto al uso de la terapia manual (TM) debido a la falta de evidencia científica recomendando o no el uso de las TMTH, ya que no hay estudios que traten sobre los beneficios que aportan las TMTH en la sintomatología clínica. Esta falta de consenso supone una traba a la hora de conseguir un criterio común en el ámbito de la terapia manual. En este criterio no unificado se incluyen los parámetros utilizados en la TMTH, habiendo terapeutas manuales que practican TMTH con parámetro de inclinación y otros que practican TMTH sin él.

La biomecánica vertebral cervical ya descrita desde hace años por innumerables autores (*Dufour M, 2006; Kapandji IA, 2010*), nos indica que el patrón de acoplamiento vertebral cervical se realiza homolateralmente; es decir, la fisiología articular cervical muestra que una vértebra cuando se inclina sobre otra (tanto en patrón de flexión como extensión cervical) realiza una rotación hacia el mismo lado. Con esta biomecánica y fisiología articular de fondo, planteamos la hipótesis de que la inclinación de la TMTH ejerce una influencia sobre la arteria vertebral contralateral a la TMTH.

El estudio se realiza en participantes con un diámetro de la AV igual o menor a 3 mm. Este criterio de inclusión es extraído del estudio realizado por el autor de esta Tesis Doctoral como Trabajo Fin de Máster del Máster en Neurociencias de la UPV/EHU (2014) titulado: *Influencia del parámetro de inclinación de la técnica manipulativa cervical con thrust en la arteria vertebral*. En este estudio se compararon dos tipos de manipulaciones con y sin parámetro de inclinación. Los datos preliminares que obtuvimos indicaron la existencia de una modificación significativa de los valores de flujo, índice de resistencia y diámetro en los participantes con un diámetro arterial igual o menor a 3 mm y TMTH con parámetro de inclinación, no presentando los mismos participantes una modificación de dichos valores en la TMTH sin inclinación. Sin embargo, el número de participantes fue bajo (3 participantes de un total de 25) por lo que no resultó posible obtener unas conclusiones definitivas. Es por ello que en esta Tesis Doctoral hemos reclutado 50 participantes con un diámetro arterial vertebral de 3 mm o inferior, con el fin de conocer el efecto de la TMTH con inclinación sobre la AV contralateral.

## **1.1 Presente y futuro**

El objetivo de esta Tesis Doctoral es abrir una línea de investigación futura que aporte una base científica a la TMTH a través del estudio de sus efectos vasculares, aportando a su vez una metodología de la técnica acorde a la fisiología (anexo 1), de cara a que su inclusión en la TM pueda realizarse de una manera segura y con una metodología unificada.

Se plantea la aplicación de una TMTH teniendo como variante la no introducción del parámetro de inclinación en función de la fisiología articular de las cervicales, para comprobar los efectos en los parámetros de IR, DF y PS de la AV contralateral a la TMTH.

## **1.2 La región cervical con disfunción articular**

Este estudio se centra en participantes sanos no diagnosticados de DACE. La DACE y su utilización en la TM han sido motivo de estudio en numerosos artículos durante los últimos años. La TMTH, suele emplearse como parte del tratamiento en los pacientes diagnosticados de DACE. Debido a que uno de los síntomas principales de la DACE es dolor tanto a la palpación del macizo articular como al movimiento pasivo/activo, decidimos no incluir participantes diagnosticados de DACE para evitar molestias durante la exploración ecográfica.

La DACE se define según el modelo mecánico, basado en la mecánica articular de la CC, y el modelo clínico basado en la clínica de la alteración del movimiento. El objetivo del modelo mecánico es detectar una pérdida de movilidad para revertirla a través del tratamiento oportuno. Este modelo usa diferentes

pruebas diagnósticas basadas en el concepto de movilidad y anatomías simétricas de los segmentos vertebrales sin tener en cuenta las variaciones anatómicas en términos de asimetrías. El modelo clínico, sin embargo, pretende relacionar la valoración de la movilidad con la clínica del propio paciente.

### **1.3 Definición de disfunción articular**

Alteración de la mecánica articular con consecuencias sobre la propia función del segmento afectado, así como sobre segmentos vecinos o incluso más alejados que mantienen una relación mecánica, vascular o nerviosa.

### **1.4 Valoración de la disfunción articular**

Para una correcta valoración se deben tener en cuenta dos aspectos: 1) la función, que se lleve a cabo correctamente (en el caso articular, el rango de movilidad y calidad); 2) la estructura, que sea íntegra. De este razonamiento proviene la regla “*estructura y función*” en el ámbito de la TM donde ambos elementos generan una interdependencia. Estamos obligados a tener un exquisito conocimiento de la osteocinética y de la artrocinética cervical para poder realizar una TMTTH de alto nivel técnico. Se debe poseer un conocimiento máximo de la biomecánica y de su propia aplicación en un contexto clínico, con el fin de realizar una manipulación eficaz. Este conocimiento permitirá a su vez minimizar riesgos durante la práctica de las manipulaciones. Se ha observado que la estimulación propioceptiva articular puede verse afectada cuando existe una alteración en la mecánica, cuya consecuencia son patrones de movimiento erróneos que favorecen la aparición de procesos degenerativos articulares (*Elliot y cols., 2006*).

## 1.5 Aspectos clínicos de la DACE

Dentro de los aspectos a tener en cuenta en la valoración de la DACE, destaca la asimetría, la alteración de la movilidad, la modificación de la actividad de la musculatura y la modificación del tejido.

- **Asimetría:** la idea de asimetría posicional no implica obligatoriamente una DACE, así como una DACE tampoco tiene por qué provocar siempre una asimetría posicional, se deberá valorar junto a la sintomatología de la persona. Es por ello que no es recomendable escoger entre uno u otro tratamiento siguiendo la idea de que una asimetría provoca una DACE y viceversa. Es posible encontrar una asimetría posicional con un rango de movimiento completo (ROM) y que no genere ningún tipo de sintomatología. Por el contrario, sí que tendrá importancia toda aquella sintomatología que se acompañe de una asimetría posicional, ya que, en este caso, puede ser debida a tejidos afectados. Tendrá más valor por ello el movimiento artrocinético (cualitativo) que el osteocinético (cuantitativo).
- **Alteración de la movilidad:** serán importantes tanto la amplitud como la simetría del movimiento, es decir, la calidad durante todo el movimiento en su inicio, durante su recorrido y al final del mismo, lo que se conoce como *end-feel (sensación final)*, añadiendo la posible aparición de dolor. Es característico de la DACE que el dolor aparezca al inicio y al final del movimiento, salvo en inflamaciones, donde el dolor puede estar presente también durante todo el recorrido.

- **Modificación de la actividad de la musculatura:** la DACE ejerce un efecto sobre la musculatura más profunda pudiendo ser de carácter inhibitor, favoreciendo de esta manera el proceso de inestabilidad articular. Es decir, una alteración en el contacto articular que provocará una pérdida de control motor secundaria a un reclutamiento superficial de la musculatura, causando de esta manera un mayor desequilibrio muscular.
- **Modificación del tejido:** la alteración de las propiedades del movimiento en la DACE va acompañada de la alteración de los tejidos cercanos en el sentido de cambios tróficos y adaptación de tejidos articulares. Por tanto, será importante en la valoración de la DACE realizar una correcta palpación de los tejidos locales y en relación.

### **1.6 Sintomatología en la DACE**

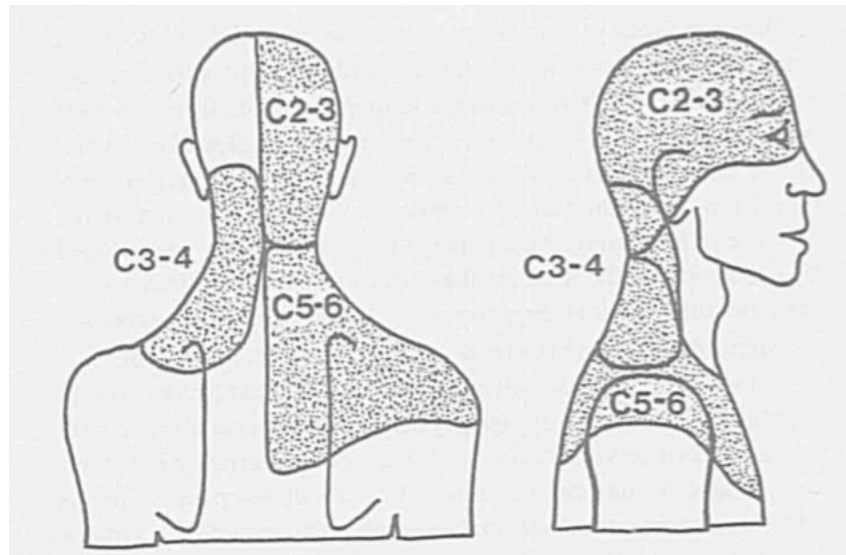
Uno de los síntomas de la DACE es el dolor local o referido a nivel de la columna cervical. Por ejemplo, una disfunción traumática primaria a nivel articular cervical que genere una sinovitis cigapofisiaria, puede llegar a ser muy sintomática en caso de que se acompañen cambios degenerativos con inestabilidad y subluxación articular que causan dolor local. Todos estos cambios pueden terminar en una situación de reducción a nivel del rango articular (artrosis), con sintomatología procedente de los segmentos próximos que generan dolor referido.

La degeneración de los segmentos articulares tiene como origen una pérdida de congruencia de las superficies articulares, que altera la movilidad y modifica el control neuromuscular, provocando cambios en la plasticidad del sistema nervioso

central (SNC) que se acompañan de sensibilización periférica y/o central (*Nijs J y cols., 2011*).

### 1.7 Dolor referido de origen cigapofisario

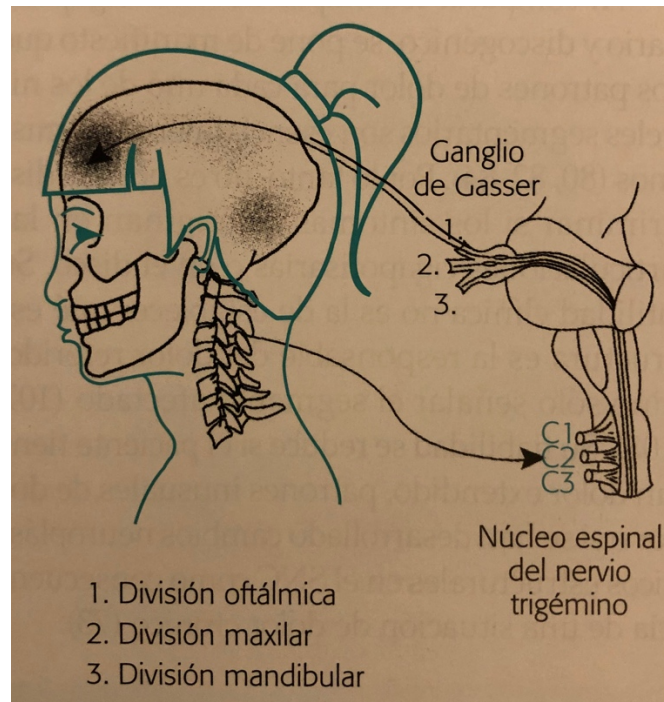
En trabajos previos sobre los patrones de dolor referido cigapofisario, se aplicaron infiltraciones en las facetas articulares para que de este modo proyectasen dolor y obtener así el patrón específico de dolor de cada una de las articulaciones (*Bogduk y cols., 1998; Dwyer y cols., 1990*).



**Figura 1.** Dolor referido cigapofisario. Extraído de: *Bogduk y cols., 1998*



Posteriores estudios corroboraron los datos sobre estos mapas de dolor (*Aprill y cols., 1990; Fukui y cols., 1996*), otorgándoles una gran utilidad clínica en la localización del segmento afectado en pacientes con dolor cervical de origen cigapofisario. Asimismo, diversos estudios demostraron que la afectación de las articulaciones cigapofisarias de C2-C3 en primer lugar, seguida por las de C3-C4, es causa de cefaleas (*Ehni G y cols., 1984; Dwyer y cols., 1990; Lord SM y cols., 1996*). Estos estudios también demostraron que la cefalea puede tener su origen en las articulaciones occipitoatloidea al y C1 y entre C1-C2. Sin embargo, hay pocos datos sobre dolor referido a la cabeza por afectación de las articulaciones por debajo de C4-C5. El patrón de dolor irradiado a la cabeza tiene origen en la convergencia en el núcleo trigeminocervical de la información aferente de los tres primeros segmentos cervicales y de la información aferente del nervio trigémino (*Fredriksen y cols., 2000; Bogduk, 2001; Bogduk N. 2005*). Este núcleo está formado por una columna de sustancia gris integrada por dos estructuras: la porción caudal del núcleo espinal del nervio trigémino y la sustancia gris de las astas posteriores de C1-C3 de la médula espinal. Por tanto, toda estructura inervada por los nervios raquídeos de los niveles C1-C3 puede ser origen de una cefalea.

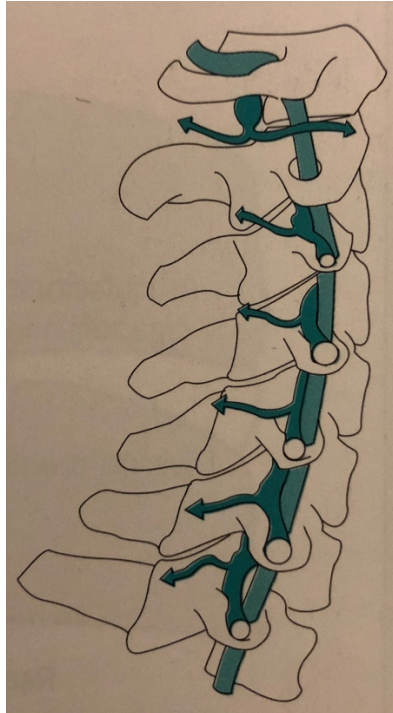


**Figura 2.** Núcleo trigeminal. Extraído de *La columna cervical: Evaluación Clínica y Aproximaciones terapéuticas. Tomo I. Editorial Panamericana. Rafael Torres Cueco. 2008*

### 1.8 Inervación cigapofisaria

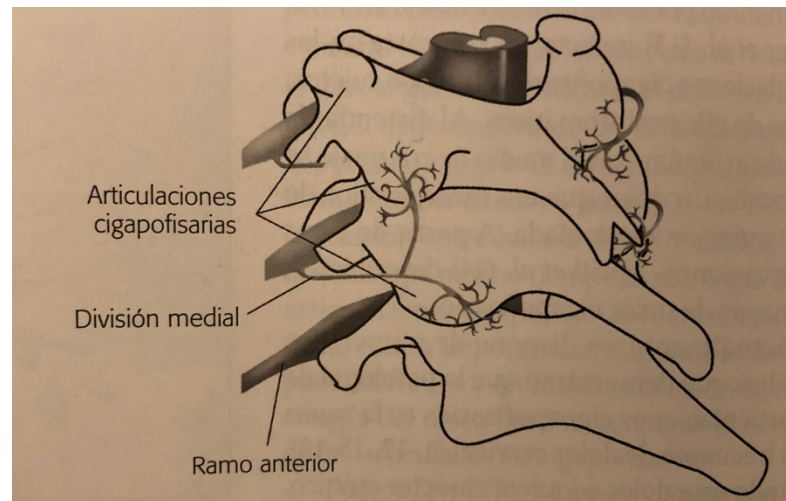
Las articulaciones cigapofisarias poseen una gran inervación (*Bogduk N, 1982*):

- Articulación cigapofisaria C2-C3: inervada por la porción superficial del ramo medial del nervio C3.
- Cápsulas articulares C3-C4 a C7-T1: inervadas por la división articular del ramo medial que procede del ramo posterior primario del nervio correspondiente.



**Figura 3.** Inervación de las articulaciones cigapofisarias. Extraído de *La columna cervical: Síndromes clínicos y su Tratamiento Manipulativo. Tomo II. Editorial Panamericana. Rafael Torres Cueco 2008*

En los procesos de inervación, cada pilar articular es rodeado por la división nerviosa correspondiente, recibiendo la articulación cigapofisaria superior e inferior una rama de dicha división; por ejemplo, la división medial de la rama posterior de C6 inervará a la articulación cigapofisaria de los segmentos C5-C6 y C6-C7. De esta forma, los tejidos capsulares reciben una doble inervación por parte del nivel propio y del nivel superior (*Bogduk N, 1982; Lord y cols., 1996*).



**Figura 4.** División articular para las articulaciones cigapofisarias. Extraído de *La columna cervical: Síndromes clínicos y su Tratamiento Manipulativo. Tomo II. Editorial Panamericana. 2008*

Una vez que el ramo medial abandona la articulación, aportará inervación a los músculos semiespinosos y multífidos, entre otros. Además de la inervación antes citada, las articulaciones cigapofisarias tienen una inervación añadida no correspondiente a su nivel que viaja por la cadena simpática lateral (*Ohtori y cols., 2001*).

El tejido capsular de las articulaciones posee infinidad de nociceptores que son activados por neuropéptidos como la sustancia P y el péptido relacionado con el gen de la calcitonina (CGRP) que amplifican la señal de los nociceptores a través de la inflamación neurogénica en la cual intervienen (*Ohtori y cols., 2001; Ohtori S y cols., 2003; Kallakuri S y cols., 2004*). Asimismo, el tejido capsular cuenta con numerosos mecanorreceptores encargados de la detección del movimiento y de la tensión en los tejidos. La información transmitida por ambos tipos de receptores es importante en la neuroregulación postural.

Los músculos multifidos responsables del movimiento vertebral, comparten a nivel cervical inervación con la articulación cigapofisaria relacionada, es decir, por la división medial del ramo posterior del nervio raquídeo correspondiente (*Bogduk N, 1982*). El hecho de que se dé este patrón de inervación, pone en riesgo de inhibición a la musculatura multifida correspondiente en caso de que ocurra una inflamación articular, causando atrofia y degeneración del tejido muscular que acaba en tejido fibrograso menos funcional a largo plazo e (*Hallgren y cols., 1994; McPartland y cols., 1997; Elliot y cols., 2006*).

### **1.9 La terapia manual cervical y sus efectos analgésicos**

Existen evidencias suficientes sobre la utilidad de la TM en el dolor músculo-esquelético y la DACE (*Gross y cols., 1996; Jull G, 2002; Hoving y cols., 2002*) y de los efectos de las fuerzas aplicadas en la TM relativas a carga, deformación, vibración y movimientos (*Maitland G, 1986; Lee y cols., 1993; Allison y cols., 1998*), por lo que gracias a estos trabajos se conoce el estímulo a aplicar en la mejora de la lesión durante los tratamientos de la misma, así como los efectos que producen en los tejidos afectados. A pesar de ello, hay un gran desconocimiento de los mecanismos analgésicos de los tratamientos. En este sentido, se ha demostrado que la TM reduce el dolor a través de procesos segmentarios a nivel local (*Maitland G, 1986*), aunque también existen otros mecanismos neurofisiológicos como la activación de los sistemas inhibidores descendentes (*Wyke Bd, 1985; Zusman y cols., 1989; Wright A, 1995; Wright A y cols., 1995*).

### 1.10 TM y posibles mecanismos de analgesia

Tras realizar una revisión sobre la evidencia científica actual del tema, y dejando para el apartado que sigue los efectos biomecánicos, se enumeran las siguientes observaciones sobre los efectos neurofisiológicos que acarrea la TM.

Según estudios de Wright y su propuesta multifactorial (*Wright A, 1995*), se puede entender el efecto analgésico derivado de la TM a través de los siguientes mecanismos:

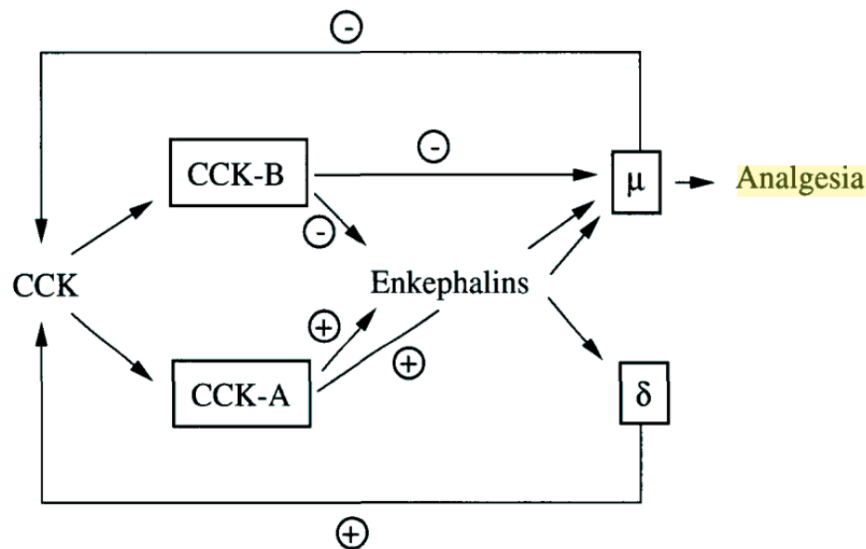
- Facilitación de un proceso de mejora.
- Cambio químico en el entorno de los nociceptores de la periferia.
- Activación de los mecanismos inhibidores a nivel segmentario relacionados con el dolor.
- Activación de los sistemas de inhibición descendente que controlan el dolor.
- Diferentes relaciones a nivel psicológico.

La sustancia gris periacueductal (PAG) del mesencéfalo es una región fundamental en el control de la inhibición descendente del dolor (*Reynolds DV, 1969; Hosobuchi y cols., 1977; Cannon y cols., 1982*), La PAG juega un papel importante en los procesos de integración de respuestas conductuales frente al dolor, estrés u otros estímulos, a través de una coordinación del sistema nociceptivo, el sistema nervioso autónomo (SNA) y el propio sistema motor (*Lovick T, 1991; Fanselow M, 1991*). Asimismo, la estimulación de la PAG lateral (LPAG) y ventrolateral (VPAG), produce efectos diferentes (*Lovick T, 1991*). De

tal modo, la estimulación de la VPAG mejora el dolor e inhibe el SNA, mientras que la estimulación de la LPAG, produce una analgesia no opiácea y activación del SNA, ambas acompañadas de una facilitación de la movilidad (*Lovick T, 1991*), por lo que la respuesta de “lucha o huida” generada por una estimulación nociceptiva está regulada por la LPAG, siendo la VPAG la responsable de la activación de todos aquellos actos de conducta que se relacionan con la mejora. Por tanto, la PAG es la encargada de coordinar aquellas respuestas relativas a la evitación del peligro, y no solo de las de modulación de la percepción de la sensación de dolor (*Fanselow M, 1991*). Además, los mecanorreceptores articulares y musculares de bajo umbral están directamente relacionados con la PAG, por lo que toda aferencia no nociva puede activarla (*Yeziarski RP, 1991*), como ocurre con los estímulos procedentes de la TM (*Wright A, 1995; Wright y cols., 1995*).

### **1.11 Efectos de la manipulación**

Las técnicas manipulativas aumentan la tolerancia al dolor (*Terret y cols., 1984*). La manipulación tiene efectos analgésicos al poner en marcha la liberación de opiáceos endógenos, como la  $\beta$ -endorfina (*Vernon y cols., 1986*). Un efecto analgésico también se consigue por estímulos dolorosos, actividad física y/o estrés que causan la liberación de péptidos opiáceos (*Meyer y cols., 2000; Vaccarino AL y cols., 2001*) como las endorfinas, las encefalinas o las dinorfinas (*Roques y cols., 1999*).



**Figura 5.** Extraído de: Roques BP, Noble F, Fournie-Zaluski M-C. *Endogenous opioid peptides and analgesia*. En: Stein C, editor. *Opioids in pain control: Basic and clinical aspects*. Cambridge: Cambridge University Press;1999.

### 1.12 SNA y TM

El SNA y la TM han sido motivo de estudio en las últimas décadas, existiendo hoy en día dos corrientes diferenciadas en cuanto a los cambios producidos en el SNA debido a la TM. Una de las hipótesis especula que la TM es la responsable de la alteración de las fibras nerviosas que van a órganos y vísceras modificando la disfunción orgánica tratada (*Jamison y cols., 1992*). Otra de la hipótesis aceptada se fundamenta en que la TM manual induce cambios a través de una respuesta múltiple del SNA (*Vicenzino y cols., 1994; Vicenzino y cols., 1995; Vicenzino y cols., 1998; Vicenzino y cols., 1998*). En estos estudios se observaron diferentes efectos del SNA sobre la función cardiovascular y respiratoria durante las técnicas sobre las articulaciones de C5-C6, que causaban un aumento de la frecuencia cardíaca y de la presión arterial tras el tratamiento manipulativo. Así mismo, otros estudios también han demostrado cambios significativos en la



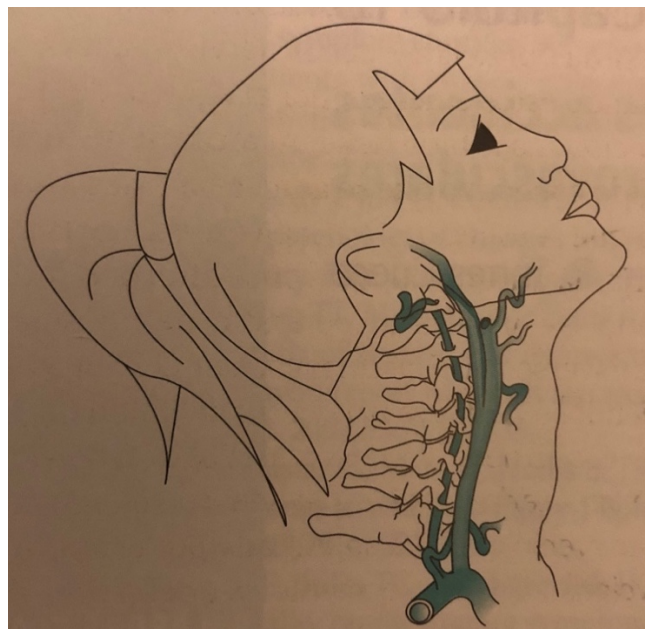
actividad del SNA tras la práctica manipulativa de la región cervical (*Downs y cols., 1998; Budgell y cols., 2001; Win y cols., 2015*).

### **1.13 Insuficiencia vertebrobasilar como contraindicación para la TMTH**

Es necesario dedicar un apartado para hablar de la insuficiencia vertebrobasilar (IVB), ya que está considerada como una de las contraindicaciones más importantes para la realización de la TMTH. La IVB está directamente relacionada con la interrupción del flujo sanguíneo al cerebro a través de las AVs junto con la arteria basilar (*Rivett DA, 2005*). Las arterias vertebrales y la arteria basilar proporcionan el 20% del flujo cerebral (*Lords RS, 1973*); por tanto, una interrupción del flujo sanguíneo en estas arterias puede ser motivo de una isquemia del tronco del encéfalo, cerebelo y de la parte del cerebro irrigada por las arterias cerebrales posteriores (*Fujita y cols., 1995*). Las técnicas manipulativas pueden ser causa directa de complicaciones en este sistema vertebrobasilar, así como en la arteria carótida interna, siendo estas complicaciones las más graves que pueden originarse tras una técnica manipulativa. A pesar de ello, no existe evidencia científica sólida sobre la relación entre la manipulación cervical y el daño de las AVs (*Hurwitz y cols., 1996; Puentedura y cols., 2012; Chung y cols., 2014*). También se conocen otras causas que pueden ser motivo de lesión en el sistema vertebrobasilar, como los traumatismos y movimientos forzados de la columna cervical (rotación o extensión de la columna cervical) (*Okawara y cols., 1974; Frumkin y cols., 1990*). A pesar de que estas lesiones no son habituales, las situaciones derivadas han provocado que sean fuente de estudio en la última

década. La dificultad para el terapeuta radica en el diagnóstico diferencial de los síntomas, ya que ciertos síntomas vasculares como el dolor o la cefalea se dan también en patologías de origen muscular o articular. Los primeros estudios indicaron que la AV podría verse comprometida a nivel cervical superior por una rotación y/o extensión de la cabeza (*Okawara y cols., 1974*).

El número de lesiones en la AV producidas por una manipulación se considera muy bajo (1 caso por 5,85 millones de aplicaciones de manipulación) (*Haldelman y cols., 2001*) o bajo (1 caso por cada 400.000-1,5 millones de manipulaciones realizadas) (*Vickers y cols., 1999; Stevinson C y cols., 2002*). Sin embargo, también se ha observado un aumento del número de lesiones que podría ser incluso mayor al no ser comunicadas a los organismos pertinentes (*Krueger y cols., 1980; Mann y cols., 2001*).



**Figura 6.** Extraído de: *La columna cervical: Síndromes clínicos y su Tratamiento Manipulativo. Tomo II.* Editorial Panamericana. Rafael Torres Cueco. 2008

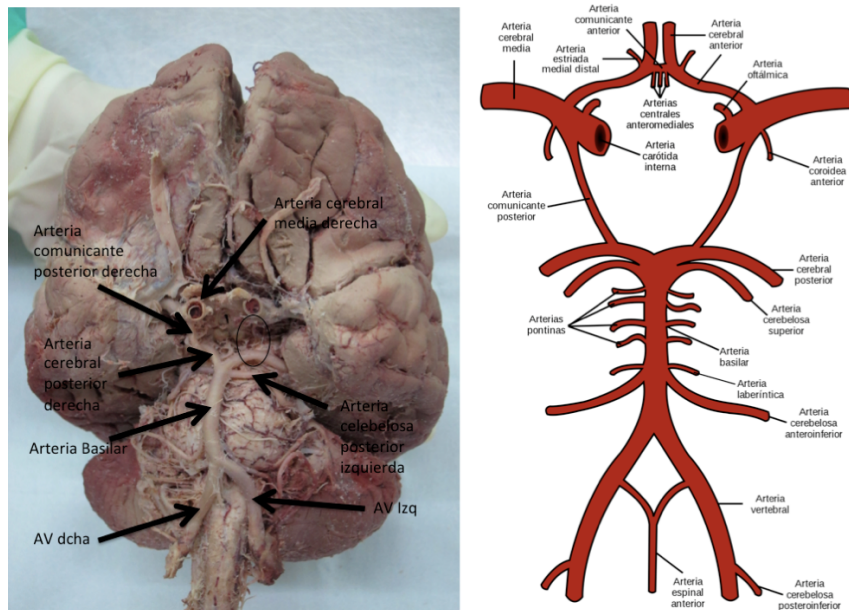
A día de hoy, se cuenta con una serie de signos aceptados referentes a la IVB que varían según la gravedad de la lesión y que pueden durar minutos o incluso llegar a ser permanentes (anexo 2). La guía de las pruebas manipulativas está desglosada en el anexo 3. Finalmente, de la búsqueda de lo actualmente publicado sobre la relación entre IVB y TMTH, ver el resumen en el anexo 4.

### **1.14 Recorrido de la AV**

Su origen se encuentra en la arteria subclavia. Ascende hacia el cráneo por los agujeros transversos cervicales desde C6 hasta C1, donde se posterioriza para unirse a la AV contralateral y formar la arteria basilar, para a continuación introducirse en el cráneo y formar parte del polígono de Willis.

La AV se divide en 4 segmentos:

- V1 o Extraóseo: desde la arteria subclavia al foramen transverso de C6.
- V2 o Foramidal: desde el foramen transverso de C6 hasta el foramen transverso de C1. Segmento diana en este estudio.
- V3 o Extraespinal: desde C1 hasta el foramen magnum, se considera también hasta que la AV es recubierta por la duramadre.
- V4 o Intradural: se extiende desde que la AV es recubierta por la duramadre hasta que se une con la AV contralateral para formar la arteria basilar.



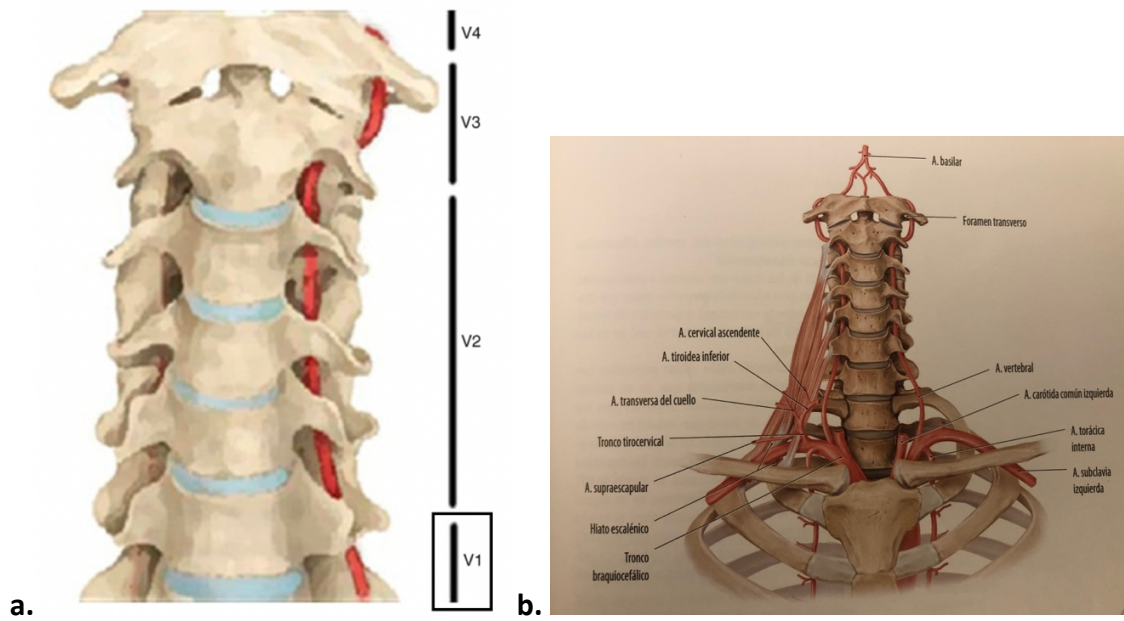
**Figura 7.** AVs en su unión para la formación de la arteria basilar. Obsérvese la ausencia de la arteria comunicante posterior izquierda (óvalo negro). Extracción realizada por el autor de la Tesis Doctoral.

### 1.15 AVs y localización de las lesiones

Debido a la localización y relaciones anatómicas que guardan con las vértebras, las AVs pueden verse dañadas con mayor frecuencia en cualquier punto a lo largo de todo su recorrido (*Dunne y cols., 1987*), aunque algunas partes son más susceptibles a ciertas situaciones (compresión y/o estiramiento) durante la realización de movimientos de la CC.

#### 1.15.1 Segmento V1 de la AV

Es infrecuente encontrar una lesión en este segmento. A pesar de ello, se ha comprobado a través de angiografía que los músculos largos del cuello, la fascia cervical profunda o el escaleno anterior pueden comprimir la AV a este nivel (*Dunne y cols., 1987*).



**Figura 8a.** Segmentos V1 de la AV. Extraído de: Reporte de un caso. Disección espontánea de la AV, una causa de accidente cerebrovascular en el adulto joven. *Asoc. Colomb. De medicina crítica y cuidado intensivo. Mora y cols., 2018 Doi.org/10.1016/j.acci.2018.02.003.* **Figura 8b.** Extraído de: Prometheus Tomo II Texto y atlas de anatomía. Editorial Panamericana. 2007.

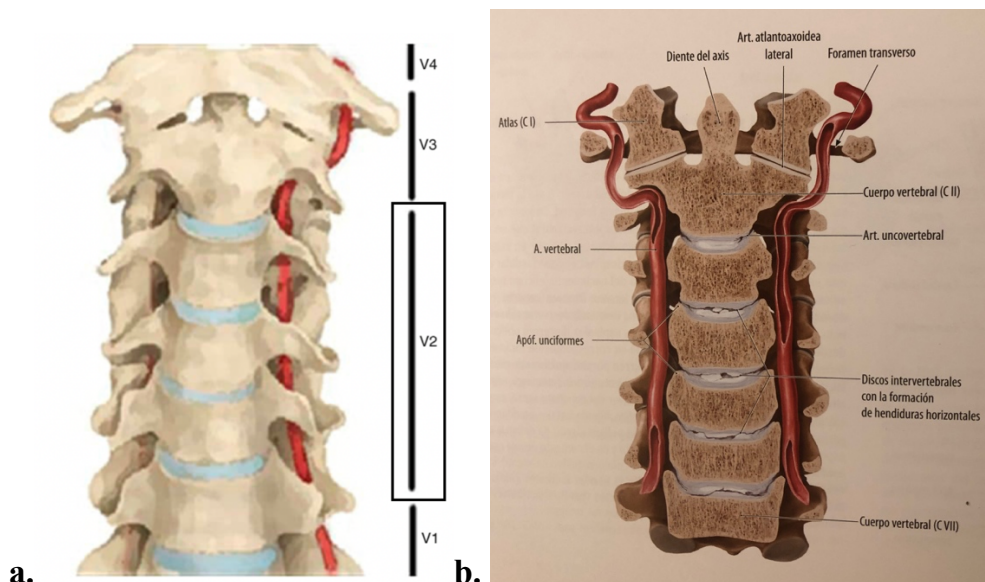




**Figura 8c.** Segmentos V1 de la AV derecha. Disección realizada por el autor de la Tesis Doctoral.

### 1.15.2 Segmento V2 de la AV

A nivel del segmento V2, la AV cuenta con la protección del macizo articular contra posibles lesiones (traumatismos). A pesar de ello, la AV está expuesta a la presencia de posibles situaciones derivadas de una degeneración que cause hipertrofia de las estructuras circundantes, como los agujeros transversos, o compresión por un movimiento de extensión y rotación de la cabeza del mismo lado (Scheenan y cols., 1969).



**Figura 9a.** Segmentos V2 de la AV. Extraído de: Reporte de un caso. Disección espontánea de la AV, una causa de accidente cerebrovascular en el adulto joven. *Asoc. Colomb. De medicina crítica y cuidado intensivo. Mora y cols., 2018 Doi.org/10.1016/j.acci.2018.02.003.* **Figura 9b.** Extraído de: Prometheus Tomo I Texto y atlas de anatomía. Editorial Panamericana. 2007.



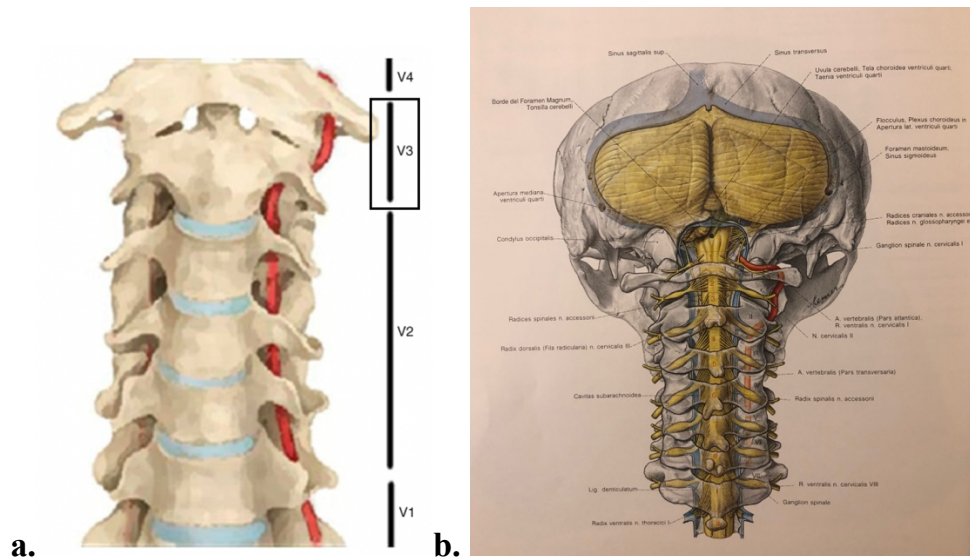
9c

*Figura 9c. Segmentos V2 de la AV derecha. Disección realizada por el autor de la Tesis Doctoral.*

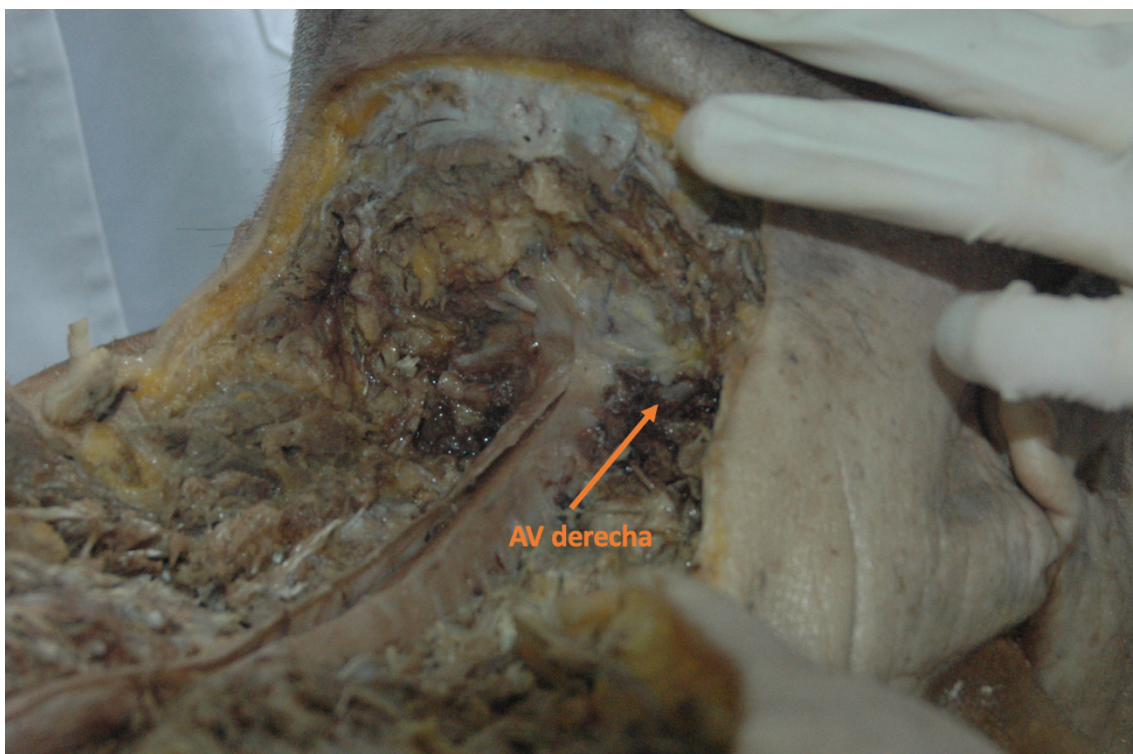


### 1.15.3 Segmento V3 de la AV

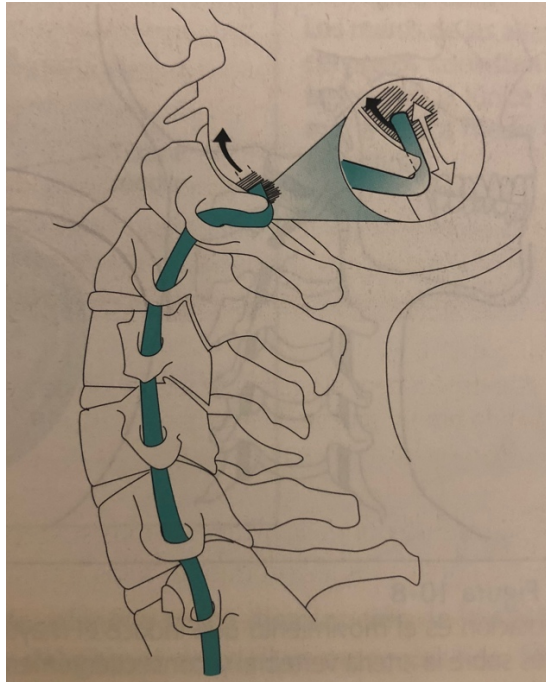
El segmento V3 es el lugar más frecuente de daño de la AV durante la realización de una extensión y rotación de la cabeza (*Kleyn AD. Yu cols., 1927*). Son múltiples las razones por las cuales la AV puede dañarse a este nivel (*Mann y cols., 2001*), entre ellas, la menor posibilidad de movimiento de la AV respecto a las estructuras con las que se relaciona (*Frumkin y cols., 1990; Sim y cols., 1993*), en concreto, la duramadre intracraneal, el foramen transverso de C2 y el surco del arco de C1 (*Macci y cols., 1996; Kuether y cols., 1997; Johnson y cols., 2000*). Otra de los motivos por las cuales la AV puede dañarse a este nivel es la gran movilidad que el raquis cervical posee en este segmento. Dicha movilidad, representa el 50% de la flexión y de la extensión, así como el 70% de la rotación total de la CC (*Mimura y cols., 1989*). Estos dos aspectos hacen que la arteria se pueda dañar a través de un estiramiento, sobre todo por la rotación de la cabeza (*Kuether y cols., 1997*). Es por ello que muchos autores consideran este parámetro como el más lesivo para la AV en este segmento (*Brown y cols., 1963; Grossmann y cols., 1982*).



**Figura 10a.** Segmentos V3 de la AV. Extraído de: *Reporte de un caso. Disección espontanea de la AV, una causa de accidente cerebrovascular en el adulto joven. Asoc. Colomb. De medicina crítica y cuidado intensivo. Mora y cols., 2018 Doi.org/10.1016/j.acci.2018.02.003.* **Figura 10b.** Extraído de: *Pernkopf Anatomía. Volumen 1. 3ª edición. Editorial Martban. 1995*



**Figura 10c.** Segmentos V3 de la AV derecha. Disección realizada por el autor de la Tesis Doctoral.

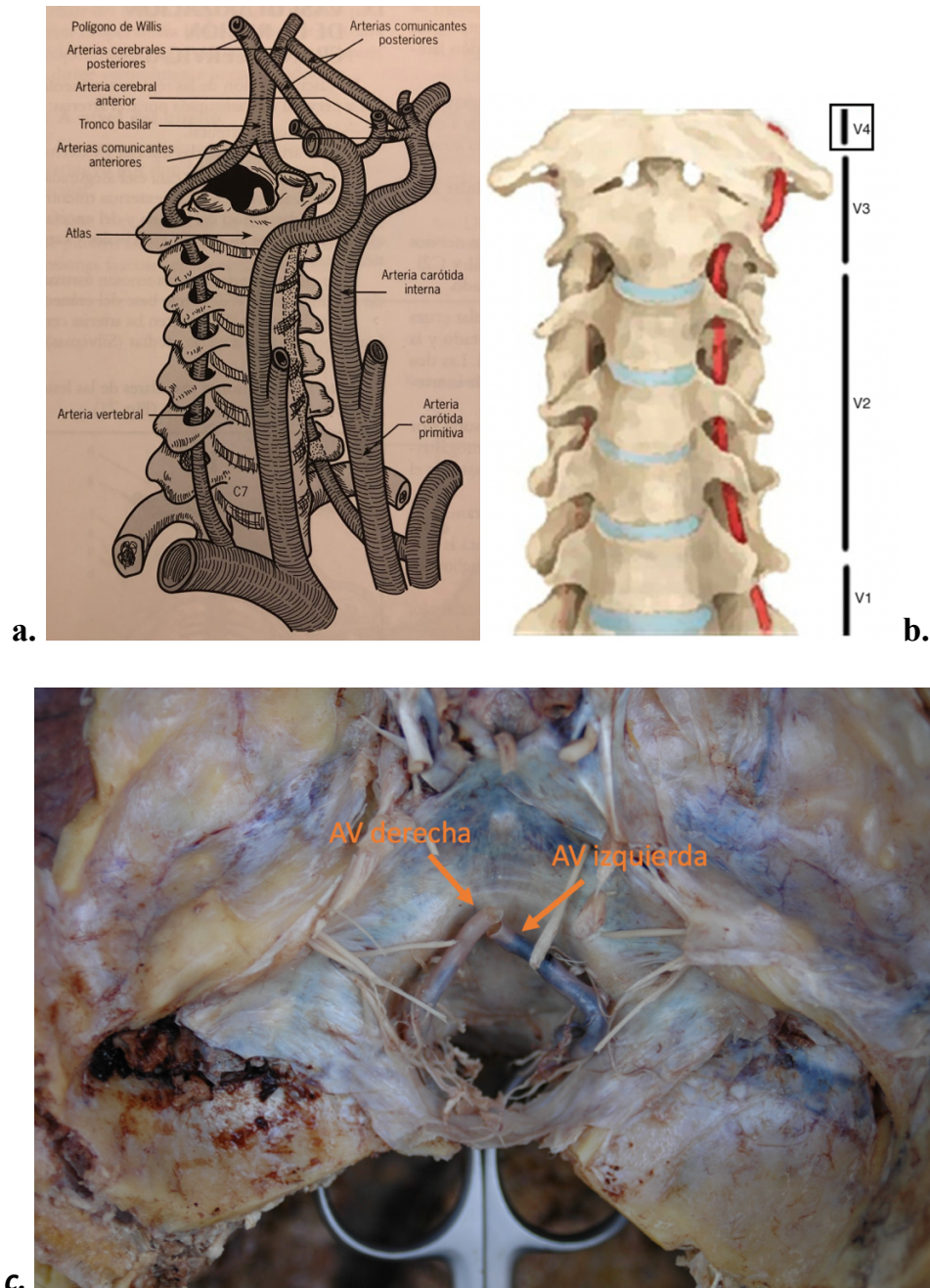


**Figura 11.** Segmento V3 de la AV, lugar de lesión más habitual. Extraído de *La columna cervical: Síndromes clínicos y su Tratamiento Manipulativo. Tomo II.* Editorial Panamericana. Rafael Torres Cuco. 2008



### 1.15.4 Segmento V4 de la AV

Las lesiones de la AV en este segmento son infrecuentes (*Pollanen y cols., 1992; Mann y cols., 2001*)



**Figura 12a.** Segmentos V3 de la AV. Extraído de: *Reporte de un caso. Disección espontánea de la AV, una causa de accidente cerebrovascular en el adulto joven. Asoc. Colomb. De medicina crítica y cuidado intensivo. Mora y cols., 2018 Doi.org/10.1016/j.acci.2018.02.003.* **Figura 12b.** Extraído de: *Tratamiento osteopático de las algias de origen cervical. F. Ricard. Editorial Panamericana. 2008, adaptación de Perlemuter-Waligora Djindjian.* **Figura 12c.** AVs en segmento V3. Disección realizada por el autor de la Tesis Doctoral.



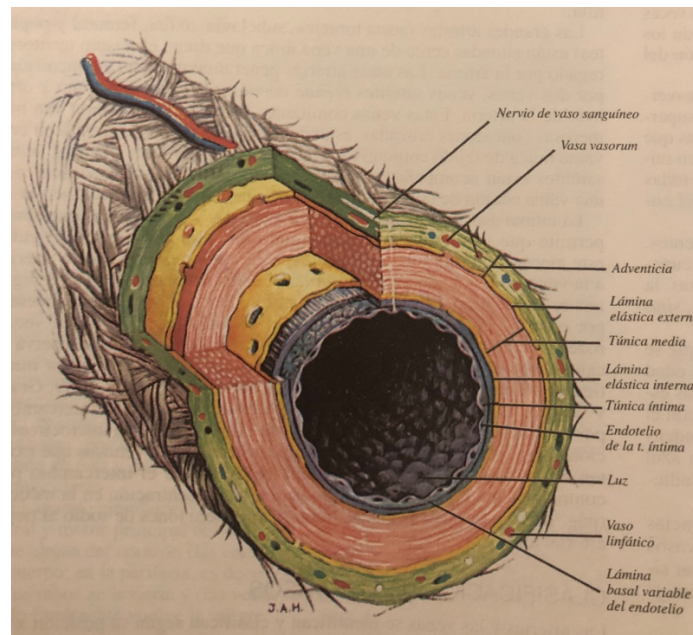
d.

**Figura 12d.** Arteria basilar, resultante de la unión de la AV derecha y AV izquierda. Disección realizada por el autor de la Tesis Doctoral.

## 1.16AV y su fisiopatología

### Anatomía de la pared arterial

La pared de las AVs, al igual que otras arterias, está formada por tres túnicas: íntima, media y adventicia (*Pollanen y cols., 1992*).



**Figura 13.** Capas arteriales. Extraído de *Anatomía de Gray. Tomo II. Editorial Harcourt. 38 edición.*

De la proporción de colágeno y elastina, sobre todo, dependerá el grado de resistencia que posea dicha arteria ante el estrés mecánico (*Dobrin PB, 1978*). La túnica íntima es la más interna, gruesa y elástica. Está formada por una capa de células endoteliales y una red de fibras elásticas de disposición longitudinal (*Piffer y cols., 1980*). Un estiramiento de esta túnica realizado a una velocidad elevada, puede ser suficiente para producir daño en ella, algo que sucede en algunas técnicas manipulativas que se realizan a nivel de la CC. Es por ello que no sólo es importante el factor de la fuerza aplicada en la manipulación, sino también la

velocidad con la que se ejecuta la técnica. Así mismo, un estrés repetido en dicha capa puede ser motivo de lesión (*Schep y cols., 2002*).

La túnica media está formada por fibras musculares de disposición circunferencial y posee escasas fibras de colágeno y elásticas (*Piffer y cols., 1980*). Las lesiones a este nivel pueden ocurrir por un traumatismo directo, aunque habitualmente suceden como consecuencia de la liberación de enzimas relacionadas con la lesión tisular (*Pollanen y cols., 1992*). La túnica adventicia es la más rígida. Está formada mayoritariamente por fibras de colágeno longitudinales, en la parte interna y circulares en la parte externa (*Piffer y cols., 1980*). Puede también verse lesionada durante la manipulación cervical (*Dunne y cols., 1987*).

La edad es uno de los factores clave en las lesiones arteriales. Tres aspectos asociados con la edad pueden estar en relación con una lesión de la AV: aumento de la cantidad de colágeno, disminución del grosor de la musculatura lisa y disminución de la elastina. Estudios realizados indican que la modificación de la composición arterial y los signos arterioescleróticos provocan un aumento de la rigidez de la arteria (*Nagasawa y cols., 1982*). A esto hay que añadir que la proporción de colágeno y elastina en las tres capas no es igual en los 4 segmentos (*Bevan JA, 1979*). De tal modo, las túnicas adventicia y media sufren una disminución importante de los componentes en la transición de la AV de extracraneal a intracraneal ya que el segmento extracraneal debe a su vez soportar fuerzas de tensión. La diferencia de rigidez de las tres capas se considera un factor



predisponente para la lesión de la AV tras una manipulación (*Mann Ty cols., 2001*). De forma habitual, la disección ocurre entre las tunicas media e íntima o entre las tunicas adventicia y media (*Dunne y cols., 1987*). Si la disección ocurre entre las tunicas media e íntima, la rotura de ésta permite que la sangre pase a la capa media provocando la disección de la pared de la arteria. Si no se producen nuevas lesiones, puede recuperarse sin clínica añadida. Si la disección ocurre entre las tunicas adventicia y media con rotura de la media, la disección se produce por la hemorragia intramural de los vasa vasorum (*Ehrenfeld y cols., 1976*). La lesión de las paredes puede extenderse por toda la arteria (*Zetterling y cols., 2000*). El hecho de que la circulación local se vea alterada por la lesión, puede provocar una agregación plaquetaria y formación de trombos (*Sherman DG y cols., 1981*) que puede acabar en una isquemia puntual. Aun así, debido a la circulación colateral que abastece al encéfalo, la isquemia no suele llegar a ocurrir (*Hoshino y cols., 1997*). En caso de que ocurra una lesión de las arterias cervicales, un 88% de los sucesos se recuperan totalmente si es espontánea. A pesar de ello, la mortalidad por accidentes en las arterias se eleva a un 18% (*Di Fabio RP, 1999*).

Otro mecanismo responsable de la isquemia es el vasoespasmo. Se han observado casos donde en ausencia de lesión vascular previa o lesión mínima han presentado una isquemia vertebrobasilar (*Easton y cols., 1977; Katirji y cols., 1985*) probablemente debida a un vasoespasmo (*Horn SW, 1983; Fast y cols., 1987*;). Según diferentes estudios (*Pollanen y cols., 1992; Vaccaro y cols., 1998*), el vasoespasmo puede ocurrir por la liberación de sustancias vasoconstrictoras tras un traumatismo de la pared arterial. A pesar de estas evidencias, hoy en día todavía



está en entredicho la idea de que el vasoespasmó tenga responsabilidad en la lesión de las arterias cervicales. La lesión puede llegar a ser grave en caso de que la persona tenga la arteria contralateral hipoplásica o ausente.

### 1.17 Factores de riesgo

Las lesiones vertebrobasilares pueden suceder por una manipulación cervical o una situación no traumática. La cuestión para los terapeutas que utilizan técnicas manipulativas, es saber en quién se pueden realizar sin riesgo para la persona que la recibe. Según los estudios publicados, hay factores de riesgo añadidos a una manipulación cervical (*Terret AGJ, 2000; Ernest E, 2002; Haldeman y cols., 2002; Sidney y cols., 2006*), aunque parece que son poco frecuentes (*Haldeman S y cols., 2002*).

Se deben destacar algunos de los factores relacionados con el propio paciente:

- Anomalías anatómicas de las AVs.
- Anomalías en las paredes arteriales.
- Traumatismos anteriores en las AVs.

Dentro de las anomalías anatómicas de las AVs está la hipoplasia. Esta asimetría es muy frecuente según estudios realizados, presente en 7,5-13,7% de la población (*Haynes MJ, 2002*). Como normal general, la AV izquierda tiene un mayor grosor que la AV derecha (*Scialfa G y cols., 1976; Weintraub MI y cols., 1995*). Aun sabiendo que la rotación cervical reduce la luz de la AV y por tanto también disminuye su flujo sanguíneo, el flujo cerebral se conserva, ya que para que este flujo se vea comprometido, es necesario que el flujo de las arterias

cervicales se reduzca de manera notable y que la circulación contralateral no sea suficiente para poder mantener dicho flujo cerebral. Por otra parte, anomalías del curso de la AV con un comienzo de su ascenso a través del agujero transverso de C3 en vez de C6 (*Jackson y cols., 2000*), o de las arterias del polígono de Willis como una ausencia de la arteria comunicante posterior izquierda (foto 7 pág. 22), pueden también comprometer la perfusión cerebral.

Dentro de las anomalías de las paredes arteriales, se encuentran las arteriopatías subyacentes (*Schievink y cols., 1994*) y causas genéticas que alteran el colágeno y/o la elastina (*Schievink WI y cols., 1998*). El problema radica en la detección de estas alteraciones en los pacientes antes de la realización de una técnica manipulativa a nivel cervical. Un dato importante a tener en cuenta son los antecedentes de disección arterial o arteriopatía (*Mokri y cols., 1987*). Además de estos antecedentes de lesión arterial, la enfermedad de Ehlers-Danlos tipo IV y la enfermedad de Marfan están relacionadas con la posibilidad de sufrir lesiones arteriales cervicales (*Youl y cols., 1990; Schievink y cols., 1997*). Según un estudio del año 2001 realizado por Schievink, el 20% de las personas que han sufrido una disección arterial cervical padecían una modificación en el tejido conjuntivo. Añadido a este dato, accidentes cerebrovasculares pueden ocurrir en personas que han recibido un número elevado de manipulaciones anteriores (*Frisoni GB y cols., 1991*) y un nivel elevado del aminoácido homocisteína en el plasma sanguíneo, puede incrementar el riesgo de una lesión arterial por el hecho de debilitar estructuralmente la pared arterial (*Parwar y cols., 2001; Pezzini y cols., 2002*).

La causa más frecuente de lesión de las arterias cervicales (24%-59%) son los traumatismos cervicales graves, en concreto, los accidentes de tráfico (*Friedman y cols., 1995*). por lo que es necesario realizar un examen minucioso de todo paciente que haya sufrido un traumatismo cervical anterior al tratamiento. Las manipulaciones aparecen por tanto como mínimo factor desencadenante (*Haynes MJ, 2002*).

### **1.18 Factores relacionados con la manipulación**

Los trabajos que han estudiado cuestiones técnicas de las manipulaciones de alta velocidad, entre ellos, la fuerza, la velocidad, la amplitud, la dirección y la relación de todos ellos con las lesiones arteriales, así como la fuerza que soporta la AV durante una técnica manipulativa, indican que hace falta más fuerza de manera general a la aplicada para lesionar una arteria (*Symons y cols., 2002*). En este sentido, la fuerza y la amplitud del impulso, en comparación con la velocidad, parecen ser los parámetros que lesionan a la AV (*Frisoni y cols., 1991; Mann y cols., 2001*). Sin embargo, una técnica manipulativa realizada a una alta velocidad tiene más posibilidades de dañar a la AV que una técnica realizada a una velocidad más baja (*Goldstein SJ, 1982*), debido a la capacidad viscoelástica de la propia arteria. Es por ello que muchos terapeutas recomiendan realizar maniobras de estiramiento y/o movilización antes de una técnica manipulativa con el objetivo de aumentar la viscoelasticidad arterial. Esta cuestión va en contra de la filosofía de muchos terapeutas que apoyan la hipótesis de realizar en primer lugar la técnica manipulativa sin que sea precedida por técnicas diferentes, con la intención de no

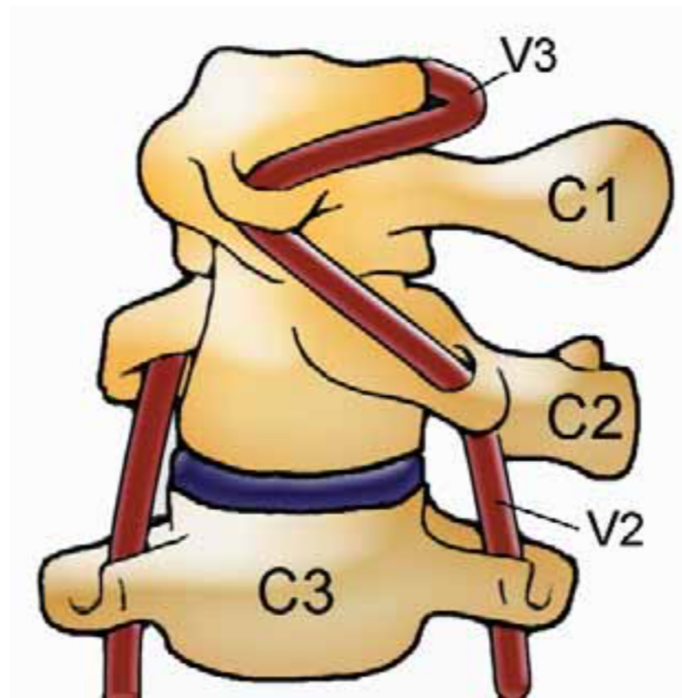
sobresaturar de aferencias al tejido en lesión y/o cápsula articular. El parámetro amplitud se considera lesivo para la AV, ya que la mayoría de las lesiones suceden en el segmento cervical superior (C1-C2) teniendo como causa la gran movilidad de dicha zona (*Schneider y cols., 1972; Horn SW, 1983*). En cuanto a la dirección de impulso/ejecución de la manipulación, las técnicas manipulativas que realizan una rotación se consideran más lesivas o con mayor riesgo de lesiones arteriales (*Smith y cols., 1962; Husni y cols., 1966*). Esta afirmación no es aceptada por todos, existen estudios que la apoyan con los resultados obtenidos a través de la ecografía Doppler o la arteriografía, que indican que la rotación disminuye el flujo de la AV del lado contrario al lugar de la realización de la rotación (*Refshauge y cols., 1994; DeMaria AA, Jr, 1995*). Otros estudios, por el contrario, no aprecian cambios significativos en el flujo arterial durante la realización de la rotación (*Cote y cols., 1996; Johnson y cols., 2000*), incluso hay evidencias de que la manipulación cervical impone menos estiramiento de la AV que el propio giro de la cabeza (*Herzog y cols., 2012*). Muchos investigadores recomiendan la realización de pruebas de seguridad o funcionales en rotación de la AV previos a la práctica de una manipulación a nivel cervical. En este sentido, la ecodoppler transcraneal a nivel del segmento V4 de la AV durante la realización de movimientos de rotación máxima en participantes jóvenes sin síntomas añadidos, muestra que la rotación máxima de la región cervical reduce el flujo de ambas AVs, sobre todo de una manera más acusada en la AV contralateral a la rotación (*Li y cols., 1999; Mitchell y cols., 2004;*).

Aunque no hay un criterio unánime sobre el efecto de la rotación en el flujo vascular de la AV (*Cote y cols., 1996*), sí que existe consenso sobre el efecto sumatorio de reducción significativa del flujo de ambas AVs que ejerce el parámetro de extensión añadido al de rotación (*Thiel y cols., 1994*). Por el contrario, también existen trabajos que no observan que la rotación reduzca el flujo de las AVs de manera significativa (*Zaina y cols., 2003*). A su vez, tampoco hay un criterio consensuado sobre los test posicionales del raquis cervical previos a la manipulación, que son considerados no válidos para el descarte de una IVB (*Licht PB y cols., 1998*). **Es de destacar que no existen en la bibliografía estudios sobre el parámetro de inclinación y su influencia en el flujo vascular de las AVs. Este aspecto es tratado de manera particular en la presente Tesis Doctoral.**

El hecho de que existan tantas diferencias de criterio, dificulta la aceptación de las técnicas manipulativas por parte del colectivo sanitario debido a la falta de consenso sobre la utilización y/o efectos de las mismas en las AVs. Dichas diferencias de criterio vienen dadas por las distintas metodologías, movimientos/parámetros a estudiar, tipo de participantes a reclutar (si tienen clínica o no de IVB), características del ecógrafo en caso de realizar evaluación ecográfica, y, por supuesto, la experiencia (*Zaina y cols., 2003*). A pesar de las diferencias de criterio, existe unanimidad sobre el parámetro que más reduce el flujo de las AVs: el movimiento de rotación, ya que es el movimiento de mayor amplitud en el raquis craneocervical y, por tanto, produce un mayor estiramiento de la AV pudiendo llegar hasta los 5mm en la AV contralateral (*Sim y cols., 2000*).

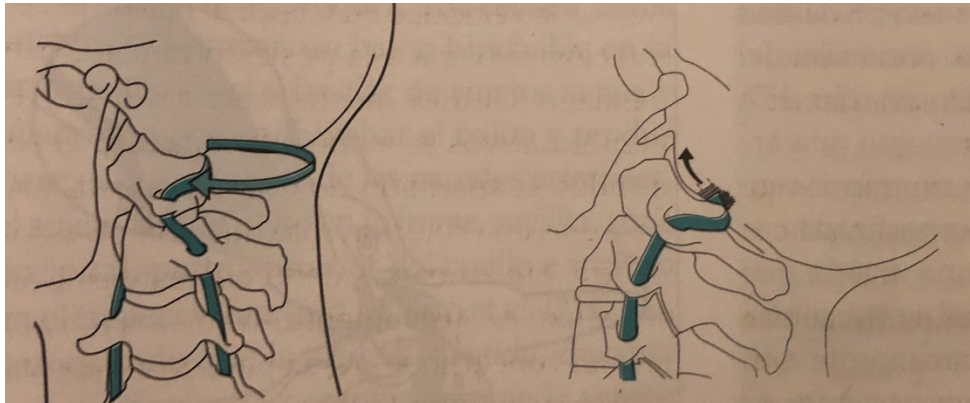
Parece ser que la reducción del flujo de la AV durante el movimiento de rotación, no es debida a la reducción de la luz de la arteria, sino a una compresión puntual de la misma en la salida de la arteria en el agujero transversal de C2 (*Haynes MJ, 2001*). No existe un criterio claro sobre los grados de rotación necesarios para la reducción del flujo de la AV, estableciéndose un rango de 35-45° (*Tarang y cols., 2001*).

Como se ha mencionado anteriormente, la reducción del flujo de la AV puede verse aumentada si al movimiento de rotación se le añade un movimiento de extensión cervical. Esto es debido a la fijación de la AV en el lugar donde penetra en la duramadre y a la altura de C1. La biomecánica cervical alta posee un movimiento acoplado de extensión y rotación, lo cual puede por traumatismos (accidente de tráfico) lesionar la AV al exagerar el movimiento fisiológico. En este punto se basan muchos terapeutas para no realizar técnicas manipulativas que siguen una norma de práctica basada en la 1ª ley de Fryette.



**Figura 14.** Comportamiento de las tres primeras vértebras cervicales durante el movimiento de rotación de la cabeza hacia la derecha. Se debe observar el movimiento que hace la AV contralateral a la rotación en el nivel C1 del segmento V3. Extraído de : G.Meliksetyan y cols., *Manipulations cervicales et risque de dissection vertébrale*. Servicio de Neurologie, Unité des Soins Intesifs Neurovasculaires, CHU Henri Mondor, CRETEIL.

A pesar de los estudios realizados en esta línea, se considera que una AV sana es capaz de soportar un estiramiento sin verse dañada. El estiramiento que soporta una AV durante una manipulación es del 46% (Haynes MJ y cols., 2002), siendo necesario alcanzar un grado de entre 139-162% para que se produzca una interrupción del flujo sanguíneo (Symons y cols., 2002).



**Figura 15.** Movimientos que ponen en situación de estiramiento excesivo a la AV. Extraído de *La columna cervical: Síndromes clínicos y su Tratamiento Manipulativo. Tomo II.* Editorial Panamericana. Rafael Torres Cueco.2008

El factor de mayor riesgo a tener en cuenta antes de realizar una manipulación cervical, es un traumatismo anterior de la columna cervical que se acompañe de una lesión subclínica de la AV y de patologías o modificaciones que conlleven una fragilidad de la pared arterial de dicha AV. Por tanto, la posibilidad de una lesión arterial no depende tanto de las fuerzas que se apliquen durante la técnica en sí, como de una situación anterior que ponga en evidencia el estado de la propia AV, pudiendo en tal caso la técnica agravar dicha situación, a sabiendas de que una AV en un estado de integridad tisular no sufre ningún riesgo con una manipulación realizada de manera correcta.



### **1.19 Ecografía de las AVs**

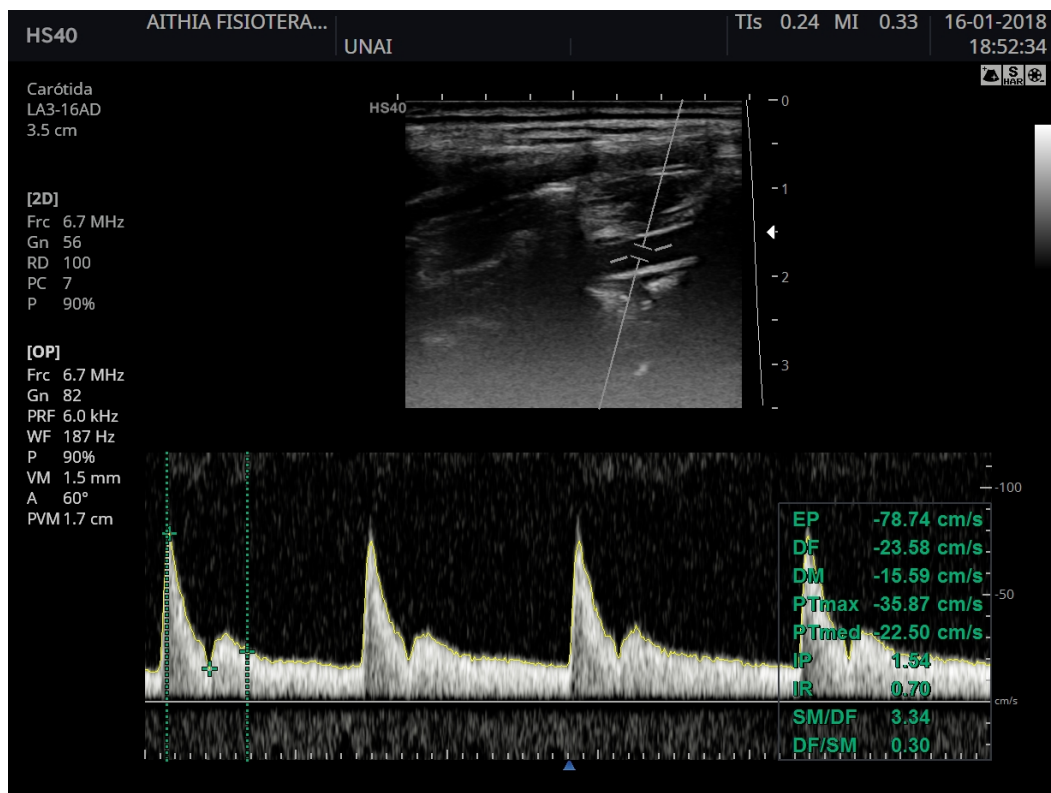
Debido a que el estudio se realiza mediante técnica ecográfica, se deben describir algunos aspectos claves para la correcta comprensión de las imágenes obtenidas y de los datos extraídos del mismo.

Como ya se ha mencionado, el 20-30% del flujo sanguíneo intracraneal proviene del sistema vertebrobasilar. Cuando este flujo se ve alterado, se debería poder observar una modificación en las variables IR, PS y DF que la ecografía permite evaluar. En este estudio, la hipotética causa de afectación del flujo sanguíneo de la AV es la aplicación de la técnica manipulativa TMTH S+I. Es por ello, que se desglosan a continuación algunos conceptos básicos de imágenes ecográficas.

Ya se han citado algunos de los estudios acerca de la influencia de los parámetros de movimiento sobre el flujo de la AV tras la realización de una técnica manipulativa, así como de diferentes situaciones que pueden comprometer el flujo de la AV. Debido a la carencia de estudios sobre el tema, resulta interesante poder evaluar la influencia que tiene la aplicación de la TMTH S+I en el flujo de la AV contralateral a la manipulación durante la misma. Esta Tesis Doctoral trata de la valoración de las variables IR, PS y DF durante la aplicación de esta técnica. En concreto, se centra en el nivel C3-C4 (V2); por tanto, en caso de alteración de las variables estudiadas tanto a nivel proximal o distal a la TMTH S+I (en una zona distinta al punto estudiado), la técnica aplicada tendría una repercusión en las

variables de la AV tanto a nivel craneal como a nivel caudal, sobre todo se observa en la variable IR de una manera más acusada (figura 17).

La AV se identifica fácilmente por ecografía en la mayoría de los participantes.



*Figura 16. AV en imagen ecográfica normal.*

Se identifican las sombras acústicas de las apófisis transversas a modo de dos estructuras anecoicas con forma de “campana”. Entre estas dos estructuras se aprecia el paso de la arteria con bordes bien definidos que delimitan su luz (figuras 16, 17).

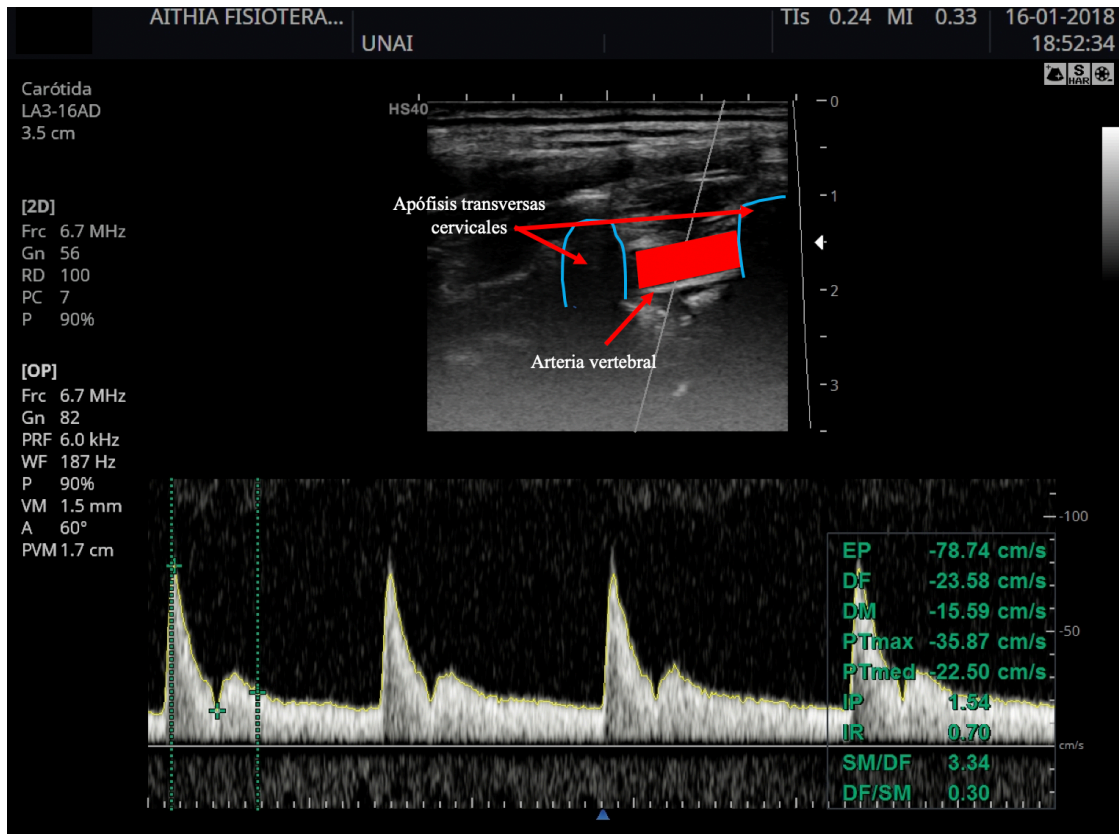
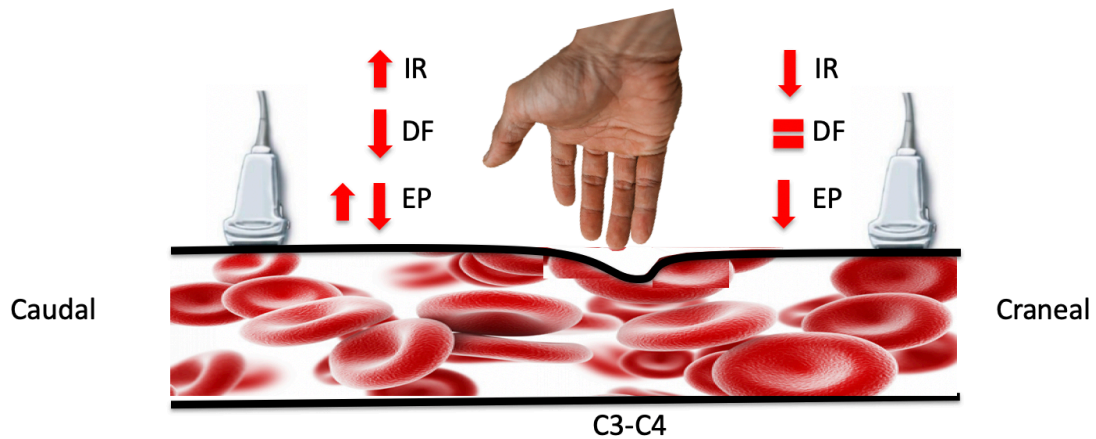


Figura 17. AV y estructuras relacionadas.

### 1.19.1 Efectos que se producen en las variables

Se puede tener una alteración de las variables estudiadas tanto a nivel craneal como distalmente. Es decir, la influencia de la técnica manipulativa sobre las variables propuestas por encima o por debajo de la posible estenosis de la AV causada por la manipulación, sabiendo que las variables se comportan de diferente manera sean medidas craneal o caudalmente al estrechamiento arterial (figura 18).



**Figura 18.** Simulacro de aplicación manipulativa y posibles efectos distales y/o proximales en las variables estudiadas.

### 1.19.1.a Cambios a nivel craneal

Las variables en la proximidad del segmento V4 y según la hipótesis inicial donde el parámetro de inclinación de la propia manipulación es el responsable de la alteración de los valores propuestos, se comportarían tal y como se muestra en la imagen superior (figura 18): disminución del IR, disminución del PS y aumento o disminución de la DF. Este aumento o disminución depende fundamentalmente del grado de estenosis y del punto de medida más o menos cercano a la estenosis.

### 1.19.1.b Cambios a nivel caudal

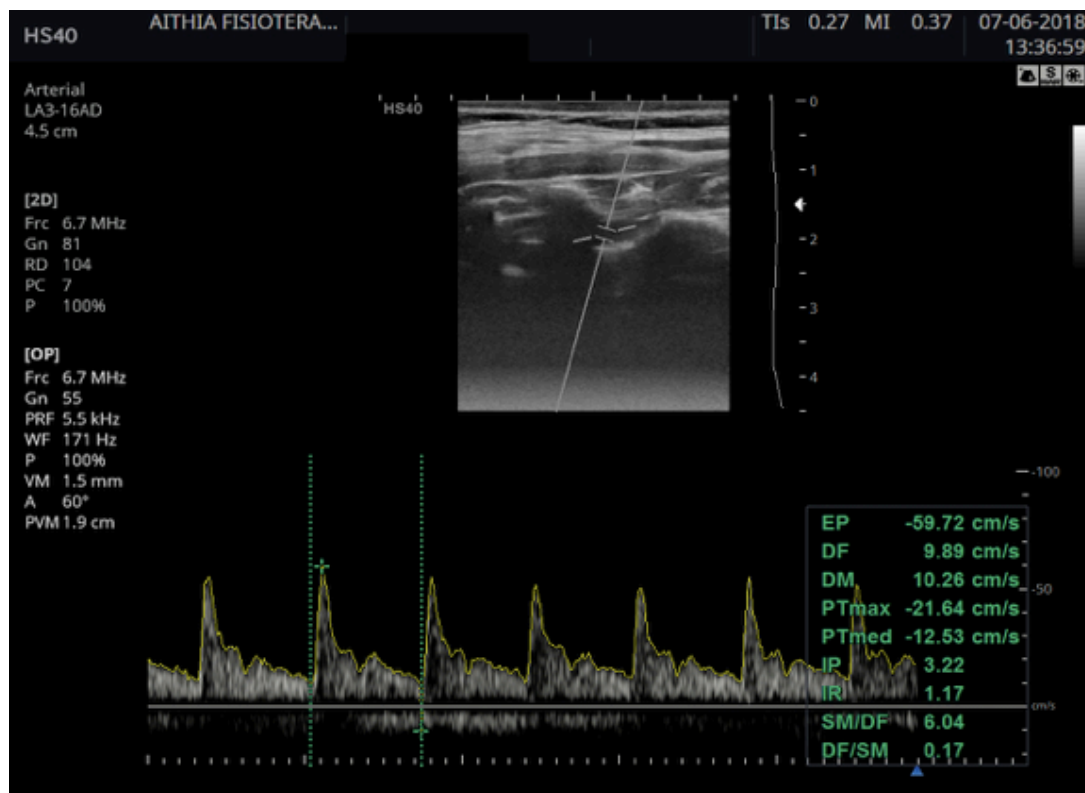
Las variables en la proximidad del segmento V1 y según la hipótesis inicial, serían (figura 18): aumento del IR, disminución de la DF y aumento o disminución del PS.

Si el flujo sanguíneo fuera continuo y no pulsátil, que los vasos sanguíneos tuviesen un trayecto recto y su calibre fuese uniforme, o que los vasos sanguíneos no sufriesen patologías, cada vaso mostraría un solo tipo de frecuencia de Doppler.

Sin embargo, este no es el caso y es por ello que el flujo sanguíneo aporta diferentes datos en diferentes vasos cuando se realiza una ecografía Doppler.

### 1.19.2 Conceptos básicos sobre imágenes ecográficas

El espectro Doppler hace referencia a una imagen de las frecuencias del Doppler producidas por la sangre en movimiento, en una zona concreta de un vaso en un momento puntual de tiempo. Los datos son tiempo, frecuencia, velocidad y la potencia que la señal Doppler genera.



*Figura 19. Presentación de un espectro Doppler, obtenida de uno de los 50 sujetos en el estudio.*

#### 1.19.2.a Flujo sanguíneo

Es la cantidad de sangre que pasa por un punto concreto de la circulación en un momento determinado.

### 1.19.2.b Imagen flujo color

En la parte central de la figura 20 se observa el vaso, el volumen marcado de la muestra y línea de Doppler. La barra vertical de color de la derecha, aporta datos entre la dirección de flujo de la sangre y los colores que vemos en el vaso o imagen de flujo. En esta imagen, el color amarillo/naranja se relaciona con un flujo que va en dirección al transductor y el color azul en dirección contraria a este (figura 20).

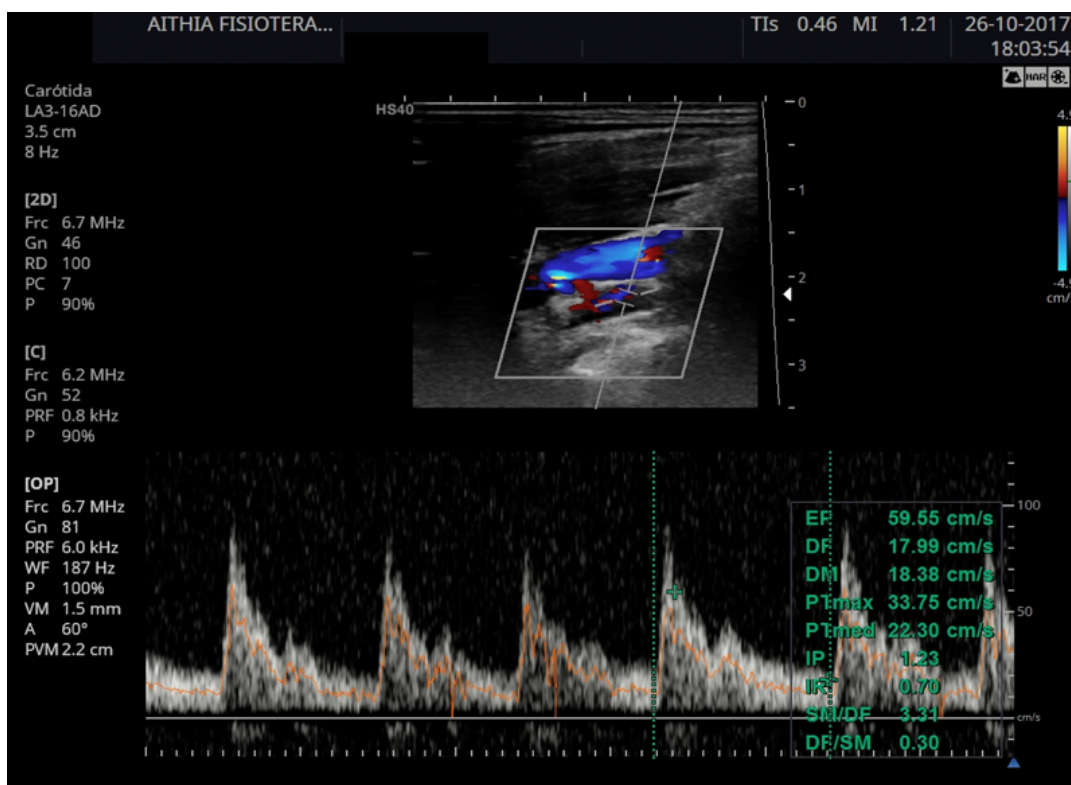
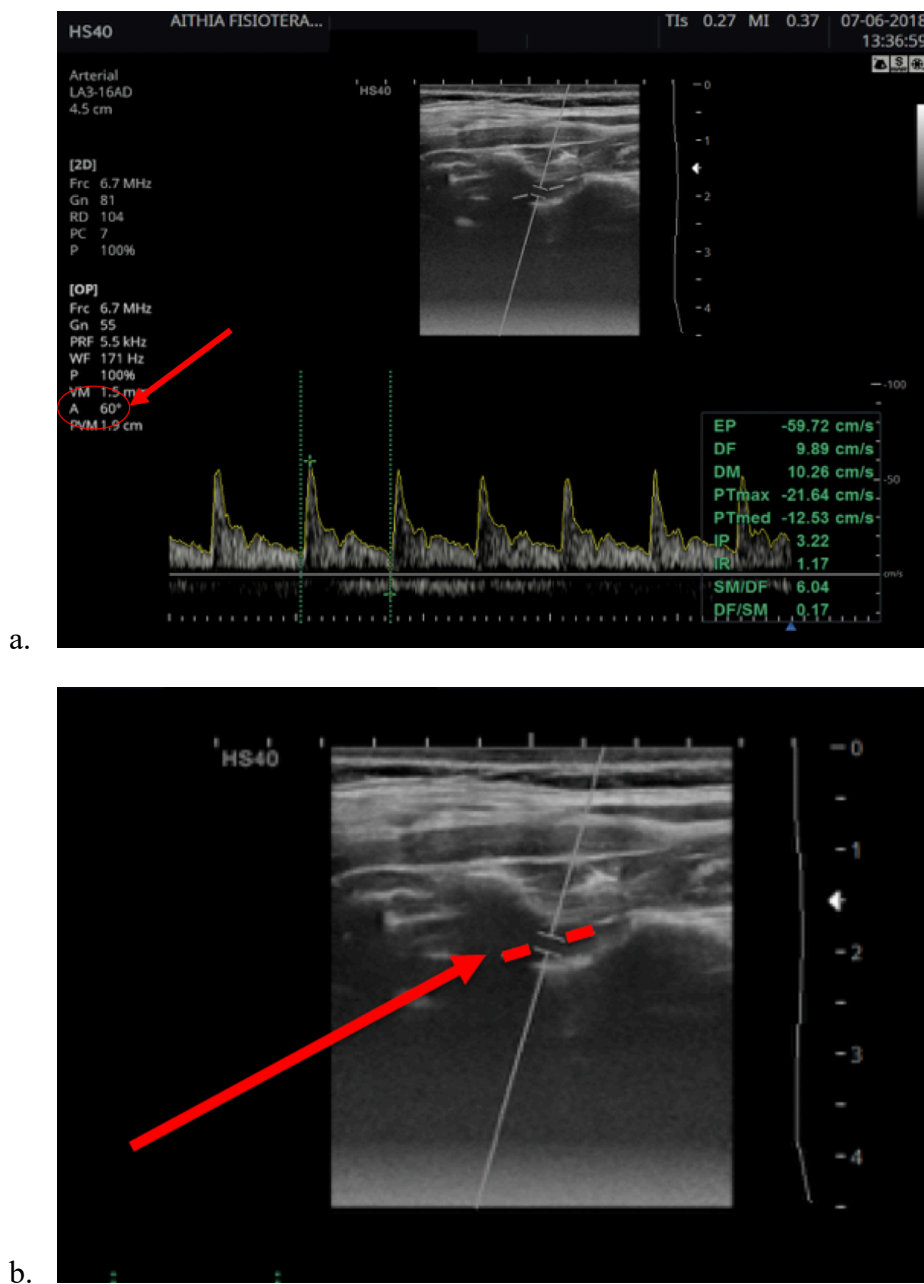


Figura 20. Ecografía Doppler con barra de color.

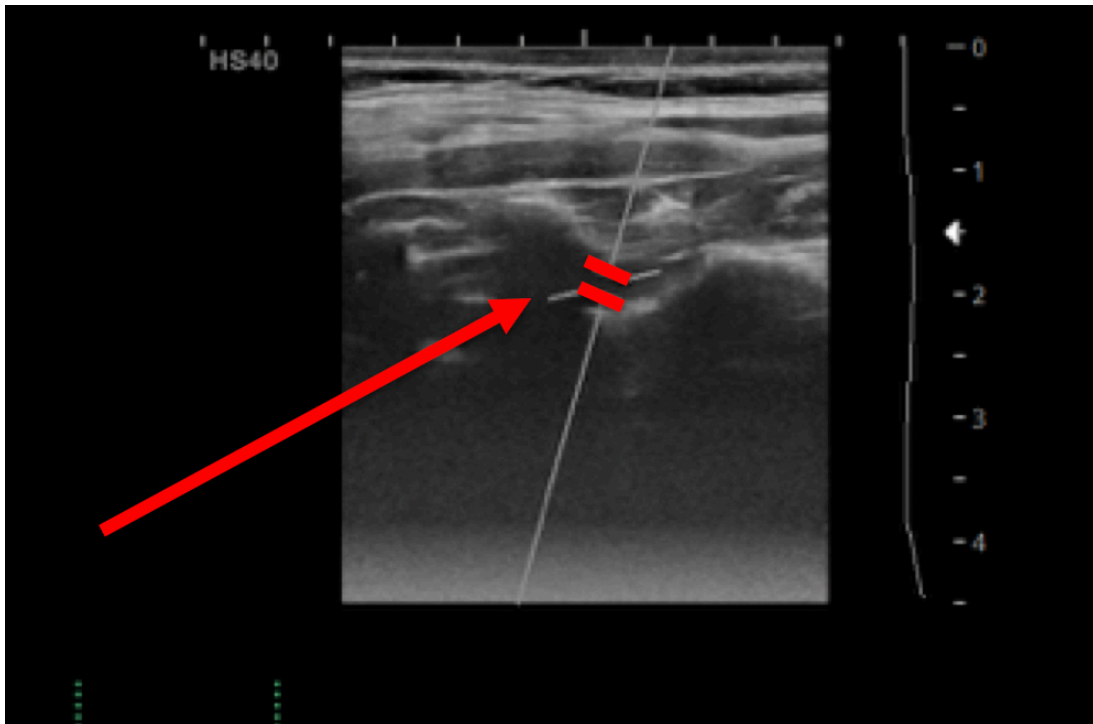
### 1.19.2.c Ángulo del Doppler y volumen

En la figura 21a, se observa que el ángulo es de  $60^\circ$ , ya que es necesario uno entre  $45^\circ$  y  $60^\circ$  para obtener unas mediciones exactas. El volumen de la muestra será la localización específica de lo que valoremos, con un tamaño determinado (figura 22). El Doppler informará únicamente de lo que ocurra dentro de esa muestra.



**Figura 21 a.** Ángulo Doppler en número. **Figura 21 b.** Ángulo representado mediante línea.



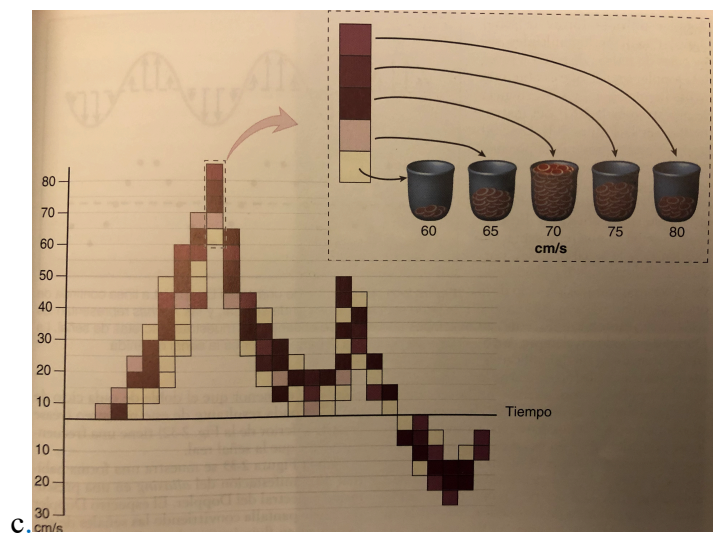
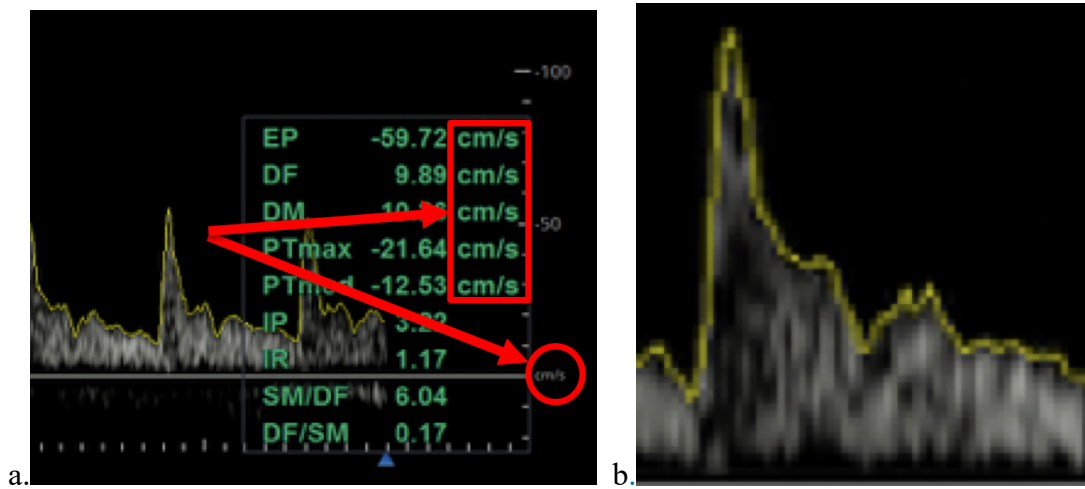


*Figura 22. Volumen de la muestra.*

#### **1.19.2.d Velocidad**

Se presenta en cm/s, lo podemos ver en los valores de las variables en el recuadro de abajo a la derecha y en el margen derecho inferior de la línea (figura 23a). Dentro de la muestra, las diferentes velocidades se reflejan a través de lo que se conoce como brillo. Como apreciamos en la figura 23b, la imagen espectral posee diferentes tonos de blancos y grises. El brillo diferente de cada zona, hace referencia al número de células sanguíneas (eritrocitos) que son responsables del desplazamiento en la frecuencia en un lugar concreto en el tiempo. Cuanto más blanca sea la señal, más número de células poseen esa velocidad en ese mismo instante en ese lugar. En caso de que la imagen sea negra, estamos ante una ausencia de células sanguíneas o un número pequeño de ellas.

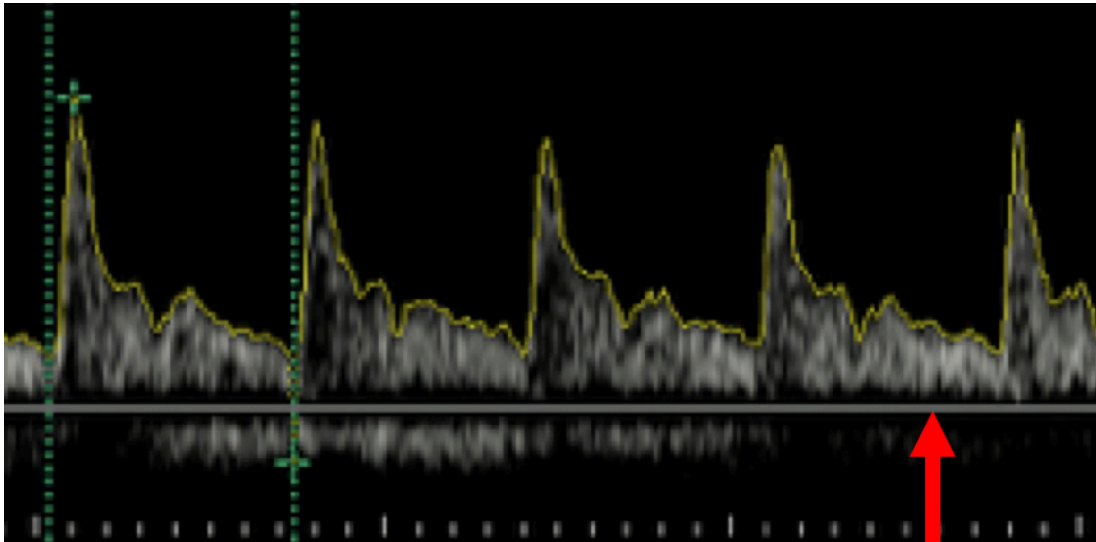




**Figura 23a.** Línea base y valores con la referencia de cm/s. **Figura 23b.** Diferentes tonalidades/velocidades. **Figura 23c.** Similitud de tonalidades, extraído de: Doppler general. William J. Zwiebel's, John S. Pelletiro. Editorial Marbán 2008.

### 1.19.2.e Flujo y su dirección

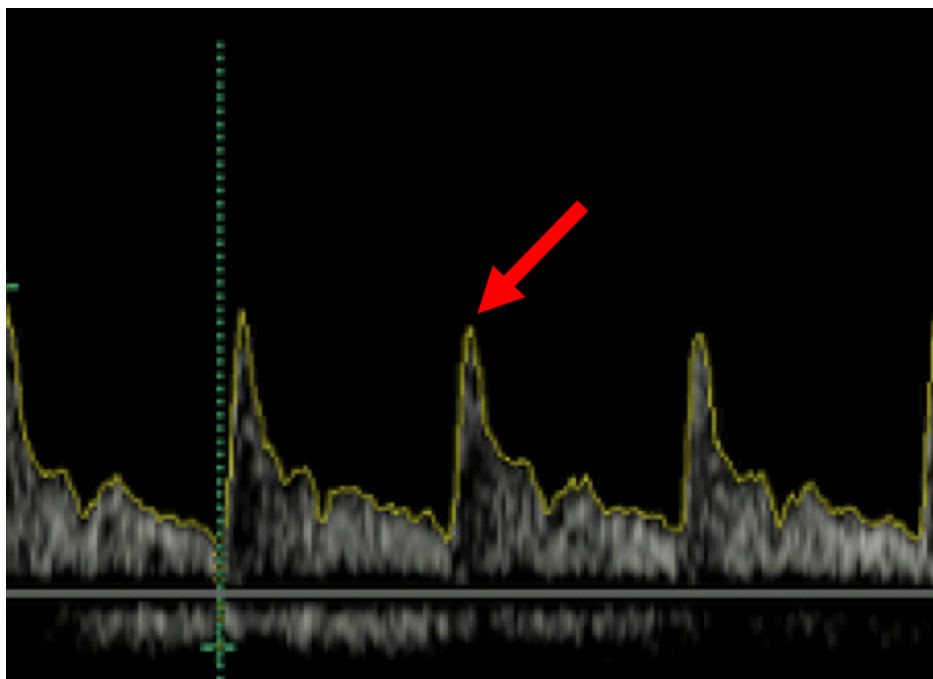
Para observar la dirección del flujo, se debe prestar atención a la línea base. Cuando el flujo va en dirección al transductor, este se muestra por encima de la línea base, por el contrario, cuando el flujo se distancia del transductor se observa por debajo de la línea (figura 24).



*Figura 24. Línea base y flujo.*

#### **1.19.2.f Máxima velocidad**

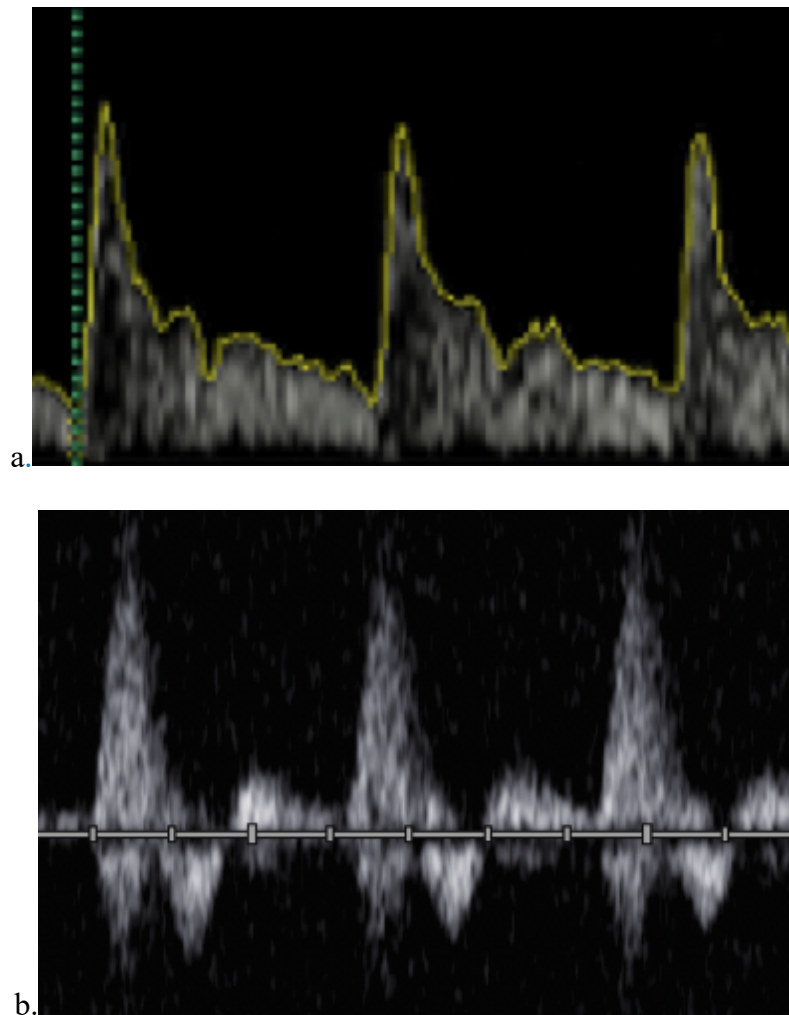
En cada ciclo del corazón, se obtiene una velocidad máxima. En la imagen se observa en la línea amarilla que perfila la imagen obtenida (figura 25). A partir de esta línea se obtienen los datos del recuadro inferior derecho.



*Figura 25. Línea y velocidad máxima.*

### 1.19.2.g Pulsatilidad

Es el efecto de la resistencia al flujo arterial originado por el lecho microvascular distal al sitio de la medición, que condiciona la morfología de la onda. Las AVs poseen junto a las carótidas, entre otras, una pulsatilidad baja (figura 26a) debido a que suministran a sistemas circulatorios que tienen una resistencia baja al flujo.



**Figura 26a.** Imagen de pulsatilidad baja (AV). **Figura 26b.** Imagen de pulsatilidad alta (arteria femoral).

La ecografía, por tanto, aporta datos fiables (flujo, dirección del mismo, tipo de ondas) de las AVs de una manera no invasiva, directa e instantánea, que permiten valorar el estado de perfusión de las AVs.

## **1.20 Desarrollo del concepto de la TMTH**

La definición clásica de TMTH es “*maniobra de alta velocidad y baja amplitud realizada localmente cuyo objetivo es estimular un tejido diana (cápsula articular) con el fin de modificar su estado*” (Terramorsi JF, 2013). Se clasifican en dos grupos en función de sus objetivos y metodología.

### **1.20.1 TMTH con objetivo mecánico**

Se valora el tejido a manipular en los rangos fisiológicos de movimiento. La manipulación se realiza con un sentido de restricción, pretendiendo estimular a los receptores mecánicos modificando así el estado del tejido diana, es decir recuperar un movimiento determinado o modificar una posición articular (Pickar y col., 2011). Esto conlleva que habitualmente el gesto sobrepase el ROM fisiológico.

### **1.20.2 TMTH con objetivo reflejo**

Las técnicas con este objetivo no pretenden modificar una posición articular, sino que se centran en estimular o “*informar*” (Terramorsi JF, 2013) a un tejido concreto para conseguir modificar la variable vascular (microcirculación) y de esta forma modificar el estado del tejido diana. Una vez alcanzado este objetivo, el movimiento sería posible como consecuencia de la buena capacidad tisular.

### 1.21 Propuesta metodológica de aplicación de la TMTH

Se adjunta un documento en el que se describe cada paso a seguir para una correcta aplicación de la técnica TMTH (anexo 1). El trabajo doctoral se centra en la TMTH S+I (que incluye el parámetro de inclinación), mientras que en el documento del anexo 1 la propuesta se realiza con una técnica TMTH S-I debido a la hipótesis inicial planteada.

### 1.22 Manipulación vertebral y sus efectos neurofisiológicos

Una excesiva actividad de los mecanorreceptores, sobre todo del huso neuromuscular, es causa del mantenimiento de una disfunción (*Korr I, 2003*). El hecho de que el mecanorreceptor sea un tipo de propioceptor con actividad continua (*Ganong W, 1986; Guyton y cols., 2001*), plantea una excitación en el segmento medular correspondiente. El objetivo de la manipulación consiste en eliminar la constante aferencia propioceptiva, con el fin de que el SNC gestione correctamente la información circulante en el segmento en cuestión. Joel G. Pickar (*Pickar JG, 2002*) concluye que *“las razones que son la base de los cambios biomecánicos en la columna vertebral, afectan a las aferencias neurales con una alteración posterior del procesamiento central y afectando a las aferencias somatomotoras o somatoviscerales reflejas”*. Respecto a los efectos neurofisiológicos de las manipulaciones (*Pickar JG, 2002; Henley y cols., 2008*), se argumenta que:

- Una situación de facilitación central amplía el campo perceptivo neuronal provocando que diferentes estímulos de tipo sub-umbral desencadenen

activación de las vías de información nociceptiva.

- La manipulación aumenta el umbral de tolerancia al dolor.
- La técnica manipulativa tiene un efecto en las señales eferentes reflejas en relación con el músculo y los órganos viscerales.
- Estos efectos de la manipulación sobre dichos reflejos viscerosomáticos pueden tener un efecto excitador o inhibitorio.
- Las aferencias espinales, sobre todo las nocivas, pueden provocar una hiperactividad del SNA.
- Los posibles efectos de la técnica manipulativa podrían estar relacionados con la capacidad para modificar la regulación sensorial central, eliminando los inputs espinales sub-umbrales.

El anexo 5 recoge un resumen de la importancia de la relación del SNA con la AV.

### 1.23 Intervención con practica manipulativa

La problemática no debería centrarse tanto en la utilización o no de la técnica manipulativa, sino más bien en cómo aplicarse. En la aplicación de esta técnica debe respetarse la biomecánica articular de la CC realizando la manipulación dentro del rango fisiológico, lo que añade una situación de confort o de no dolor. Es por esta razón que esta Tesis Doctoral pretende describir los efectos que tiene sobre los parámetros de IR, DF y PS de la AV contralateral a la TMTH, añadiendo de este modo más información a la existente, con el objetivo de disponer de una técnica manipulativa más segura.

En primer lugar, hay que definir los conceptos fundamentales sobre la TMTH y establecer una relación entre la TMTH con parámetro de inclinación y los datos de las variables de IR, DF y PS de la AV contralateral.

#### 1.23.1 Slack

Tras una valoración exhaustiva y adecuado, hay que determinar la limitación tisular. En la TM esta acción es la movilización pasiva que equivale a una puesta en tensión de los tejidos sanos. El *slack* constituye el juego articular que posee la zona explorada. Por tanto, valorar el *slack* representa un movimiento de poca fuerza realizado con la mínima tensión. De hecho, la tensión pre-manipulativa es uno de los actos que más reduce el flujo de la AV (*Refshauge y cols., 1994; Rivett y cols., 1999; Haynes MJ, 2002*), pudiendo ser más perjudicial incluso que el propio test.



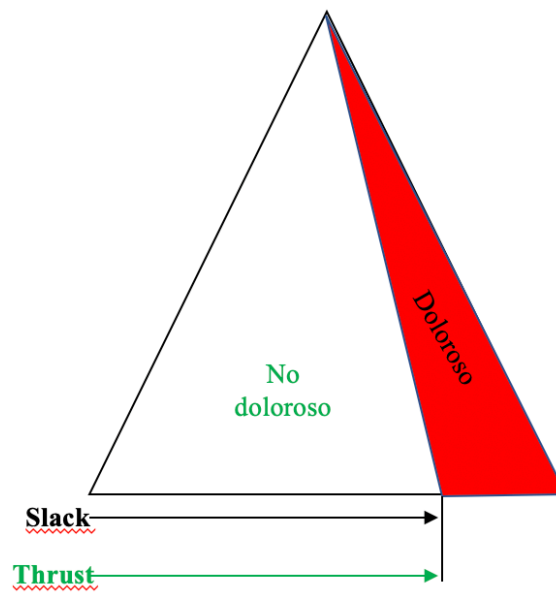
### 1.23.2 Thrust

Se realiza a continuación del *slack*. Su objetivo es reflejo y su fin es estimular un tejido determinado. *Thrust* proviene de la quiropraxia, se define como un empuje repentino, contacto mediante un choque. Añade el concepto de manipulación breve y concisa. Este gesto de alta velocidad y baja amplitud, es necesario para una máxima estimulación del tejido dañado. Se tiene que respetar en dicho gesto la biomecánica articular, así como la zona de confort de cara a no sobreestimar el tejido afectado. Cada técnica manipulativa debe ser adaptada a las posibilidades del tejido lesionado.

Explorar la zona y delimitar las posibilidades del tejido es obligatorio, sin forzar al tejido ni crear un movimiento doloroso. Debe trabajarse con lo disponible, sin provocar ninguna situación articular forzada (*Pilat A, 2003*) minimizando de este modo cualquier mínimo riesgo de IVB.

*“Manipular, no es volver a colocar las cosas en su sitio, sino justamente asegurarse de que pueden cambiar de sitio”.*

**Extraído de:** *J.F Terramorsi. Ostéopathie structurale. Lésion structurée, Concepts structurants. Editorial GEPRO/eolienne. 2013*

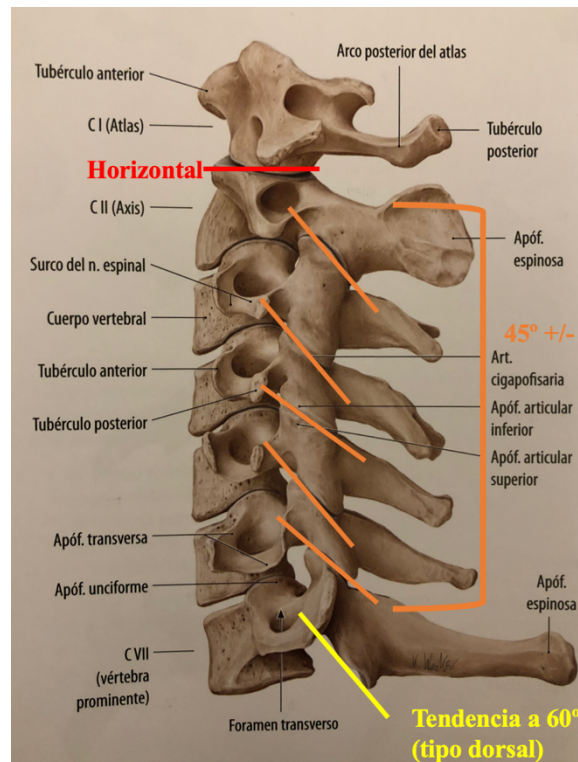


**Figura 27.** Representación gráfica del slack y thrust. Adaptado de: **J.F Terramorsi.** *Ostèopathie structuralle. Lèsion structurée, Concepts structurants.* Editorial GEPRO/eolienne. 2013

#### 1.24 Biomecánica cervical

La lordosis cervical es vital para poder realizar un patrón de acoplamiento fisiológico y un correcto reparto de la carga a nivel de los cuerpos vertebrales. La CC tiene como funciones: aportar estabilidad y movimiento a la cabeza, así como proteger el SNC.

La dirección de la manipulación depende de la orientación de las facetas articulares.



**Figura 28.** Diferencias en la orientación de las carillas articulares de la CC. Adaptación de: Prometheus Tomo I Texto y atlas de anatomía. Editorial Panamericana. 2007

### 1.25 Mecánica del movimiento

Los discos intervertebrales están retenidos por las apófisis unciformes que favorecen su estabilidad. El tejido capsular articular es laxo, aportando un controlado movimiento del conjunto de todas las articulaciones; este tejido deformable y estimulable es el objetivo de la técnica manipulativa.

La superficie vertebral posee una forma cóncavo-convexa desde una visión sagital, que aporta movimiento en cualquier plano del espacio. Esta característica móvil es el resultado de la suma de dos movimientos concretos: 15° de rotación se acompañan de 2 mm de traslación, parámetros que hay que tener en cuenta a la hora de realizar técnicas manipulativas. En la propuesta de técnica manipulativa TMTS S-I (anexo 5), este dato es el más importante debido a que el parámetro a

utilizar junto a la rotación es la traslación, no la inclinación.

Otro parámetro importante en la TMTH es la flexión. A nivel de la CC, ocurre un proceso de adelantamiento o traslación durante la flexión. Este movimiento puede ir desde los 3,5 mm hasta los 4,5 mm, incluso 5,5 mm a nivel de C4-C5. El parámetro de flexión, por tanto, debido a este proceso de traslación, aumenta según el segmento a manipular sea más caudal. A esto hay que añadir que las carillas articulares se van posicionando hacia un plano similar al de las carillas articulares dorsales, siendo obligatorio el parámetro de flexión. Respecto al parámetro de inclinación, el límite del movimiento está determinado por el choque articular a nivel de las propias carillas. Esta barrera anatómica y límite de movimiento son cuestiones que se añaden a la lista de motivos de los terapeutas que opinan que es un parámetro a evitar en las TMTH. Según estudios realizados, la inclinación cervical no causa ningún impacto en el flujo de la AV (*Haynes MJ, 1996; Haynes MJ, 2002*).

### **1.26 El centro instantáneo de rotación**

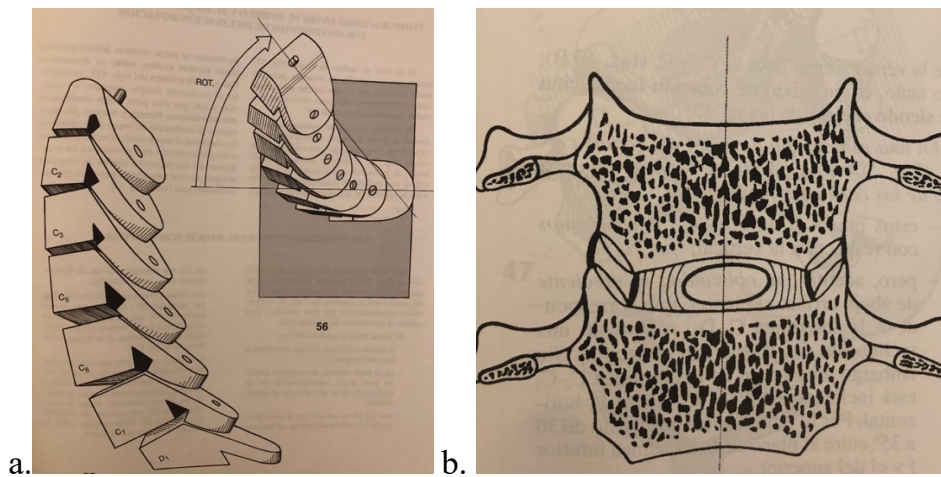
Los movimientos que realizan las vértebras, en este caso las del raquis cervical sobre un plano sagital, son a partir de un eje (punto) que se adapta y está en constante movimiento, denominado centro instantáneo de rotación (CIR). Este punto está por debajo de la vértebra y su localización exacta varía en función de la relación entre el movimiento de rotación y el de traslación cervical de una vértebra dada: cuanto mayor sea la traslación, el CIR de la vértebra se situará más abajo; cuanto mayor sea el movimiento de rotación, el CIR será más alto.

El conocimiento del movimiento o patrón móvil de una vértebra y, por tanto, la calidad del mismo, viene dado por el estudio de su CIR. Este análisis aporta más datos acerca de la realización de la TMTM de una manera más flexible, es decir, no siguiendo la doctrina establecida en terapia manual que aboga por la realización de la TMTM según un eje fijo de movimiento.

### **1.27 Raquis cervical inferior (de C2-C3 a C7-T1)**

El conjunto vertebral está formado por tres articulaciones: las apófisis unciformes (artrodias), los cuerpos vertebrales, (anfiartrosis) y las articulaciones interapofisarias (artrodias). Estas últimas tienen, como ya se ha mencionado anteriormente, una disposición en el plano sagital que oscila de 45° a 60° y poseen un tejido capsular laxo. Este conjunto vertebral realiza dos tipos de movimiento: flexo-extensión e inclinación acompañada de rotación homolateral y flexión (llamado patrón de acoplamiento). Esta suma de movimientos dota al raquis cervical de una gran movilidad. El patrón de acoplamiento o de movilidad conjunta fue estudiado y descrito por White y Panjabi (*White y cols., 1990*) como “*un fenómeno que radica en una consistente asociación de un movimiento (de traslación o rotación) alrededor de un eje, con otro movimiento alrededor de otro eje*”, extraído de *La columna cervical: Evaluación clínica y aproximaciones terapéuticas. Tomo I. Editorial Panamericana. 2008*. Son muchos los autores que han estudiado el patrón de acoplamiento (*Lysell E, 1969; Moroney SP y cols., 1988; Feipel V y cols., 1999*), describiendo, por tanto, la relación que existe entre

la inclinación lateral y la rotación. El biomecánico A.I. Kapandji (*Kapandji I.A, 2010*), analiza dos patrones diferentes de acoplamiento. El primero se produce en la CC inferior, en el cual la inclinación y la rotación se realizan siempre del mismo lado. El otro se produce en la región craneocervical, en el cual la inclinación lateral se acompaña de una rotación contralateral.



**Figura 29a.** Movimiento acoplado según Kapandji. Extraído de: *Fisiología articular Tronco y raquis. Tomo III. A.I. Kapandji. 5ª edición Editorial Panamericana. 1998.* **Figura 29b.** Articulaciones unciformes y su disposición en el plano frontal. Extraído de: *Fisiología articular Tronco y raquis. Tomo III. A.I. Kapandji. 5ª edición Editorial Panamericana. 1998*

El acoplamiento de estos dos movimientos requiere la intervención de un tercer parámetro de movimiento en el plano sagital: la extensión para el raquis cervical superior (C1 a C4-C5) y la flexión para el raquis cervical inferior (desde C5-C6 a C7-T1) (*Lysell E, 1969; Ishii y cols., 2004*).

En esta tabla se observa que el patrón de acoplamiento sucede en todos los niveles, excepto en C7-T1. El nivel con mayor rotación acoplada es el de C3-C4 con 1,8 (*Ishii T y cols., 2004*).

Nivel	Inclinación lateral	Rotación acoplada
CO-C1	1,9 (0,9)	0,2 (1,0)
C1-C2	1,6 (1,3)	17,1 (4,7)
C2-C3	3,7 (2,0)	-0,9 (0,9)
<b>C3-C4</b>	<b>3,5 (1,4)</b>	<b>-1,8 (0,7)</b>
C4-C5	3,3 (1,0)	-1,1 (0,9)
C5-C6	4,3 (1,4)	-1,2 (1,0)
C6-C7	5,7 (1,9)	-0,8 (0,9)
C7-T1	4,1 (2,7)	0,4 (1,0)

**Tabla 1.** Extraída y adaptada de: *Ishii T y cols, 2004*. El signo (-) de la rotación axial indica que se realiza en el mismo sentido que la flexión lateral.

La rotación tiene que ser la dirección de realización de una manipulación en la CC (*Bobduk y cols., 2000; Mercer y cols., 2001*). A pesar de ello, la amplitud de dicha rotación tiene que ser controlada y limitada debido a los posibles riesgos de afectación de la AV por una rotación excesiva.

### Amplitudes medias de los segmentos cervicales

	Flexión-extensión	Inclinación	Rotación
C2-C3	11°	2,5°	8°
C3-C4	15°	4°	6°
C4-C5	18°	4,5°	3,5°
C5-C6	20°	5,5°	2,5°
C6-C7	16°	4.5°	No significativa
Total	80° (40°flex/40°ext)	21°	20°
Castaing y Santini	120°	30°	35°
Kapandji	100-110°	37°	28°
Martínez	76°	45°	45°

**Tabla 2.** ROM de la CC. Extraída y adaptada de: Dufour, M. y Pillu, M. *Biomecánica funcional*. 2ª ed. Barcelona: Elsevier Masson; 2006

El patrón de acoplamiento provoca una compresión del disco a nivel homolateral y una relajación del mismo a nivel contralateral, por lo que la carilla articular homolateral debe realizar un descenso y la carilla articular contralateral un ascenso. El hecho de que las carillas articulares posean una inclinación de 45°, impide que se pueda realizar un movimiento de inclinación pura (por lo que una manipulación realizada con el parámetro de inclinación provocará un contacto articular excesivo), viendo acoplado por tanto un movimiento de rotación homolateral. La movilidad de cada nivel vertebral es bien conocida (*Dufour y cols., 2006*).



## **2. HIPÓTESIS**



## **HIPÓTESIS**

### **Hipótesis inicial**

La aplicación de la TMTH S+I en la CC (C3-C4) induce cambios en la AV contralateral en cuanto a parámetros de IR, DF y PS en participantes con edad comprendida entre 20 y 30 años sin DACE y sin patología vascular conocida.

### **Conclusión final (hipótesis nula)**

No existen diferencias estadísticamente significativas en cuanto a cambios en las variables de IR, DF y PS en la AV contralateral durante la aplicación de TMTH S+I en la CC (C3-C4) en participantes con edad comprendida entre 20 y 30 años sin DACE y sin patología vascular conocida.



### **3. OBJETIVOS**



## **OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

### **Objetivo principal**

- Comprobar la influencia que tiene el parámetro de inclinación en la TMTH sobre las variables de IR, DF y PS de la AV contralateral de un diámetro igual o menor de 3mm.

### **Objetivos secundarios**

- Describir los efectos de la TMTH S+I en la variable de IR de la AV contralateral en participantes con una edad comprendida entre 20 y 30 años sin DACE y sin patología vascular conocida durante la aplicación de TMTH S+I en la CC (C3-C4).
- Describir los efectos de la TMTH S+I en la variable de DF de la AV contralateral en participantes con una edad comprendida entre 20 y 30 años sin DACE y sin patología vascular conocida durante la aplicación de TMTH S+I en la CC (C3-C4).
- Describir los efectos de la TMTH S+I en la variable de PS de la AV contralateral en participantes con una edad comprendida entre 20 y 30 años sin DACE y sin patología vascular conocida durante la aplicación de TMTH S+I en la CC (C3-C4).
- Comparar el efecto de la TMTH S+I en las variables citadas frente a las mismas variables de la misma AV en posición neutra.





## **4. MATERIALES Y MÉTODOS**



## **4.1. Diseño**

## **4.2 Participantes del estudio**

### **4.2.1 Descripción de la muestra**

Los participantes en el estudio no estaban diagnosticados de DACE ni presentaban patología vascular conocida, tenían una de las dos AVs igual o menor de 3 mm de diámetro y edad comprendida entre los 20 y 30 años.

### **4.2.2 Selección de participantes**

La selección de los participantes se realizó mediante voluntariado entre el alumnado de Medicina y Fisioterapia de la Facultad de Medicina y Enfermería de la UPV/EHU. La petición llevó a cabo presencialmente en las aulas de los cursos de 1º, 2º y 3º año de ambos Grados, e incluía una explicación detallada de los criterios de inclusión y exclusión iniciales (edad y diagnósticos cervicales). Así mismo, se reclutaron participantes del Centro Aïthia que acudían al centro para recibir tratamiento debido a otras patologías.

A los/as interesados/as se les entregó un formulario (anexo 6) que recogía datos de contacto para la formalización de una cita.

Se realizó una entrevista personal a cada interesado/a, donde se les facilitó toda la información pertinente acerca del estudio. Una vez obtenida por escrito su aceptación a participar en el estudio, se procedió a la realización de la 1ª prueba ecográfica, con el objetivo de determinar el diámetro de las AVs y comprobar si

el/la participante reunía el criterio de inclusión principal del estudio: tener un diámetro arterial de alguna de las dos AVs igual o menor de 3 mm.

La prueba se realizó con el/la participante en decúbito supino en una camilla y en posición relajada, colocándose el ecografista sentado a su lado; tras el transcurso de 5 minutos de espera para la estabilización hemodinámica y favorecer un ambiente sosegado, se procedió a la visualización de ambas AVs.

La prueba se realizó con un equipo de ecografía marca Samsung modelo HS70A con una sonda lineal L3-12A especialmente destinada a la observación vascular, musculoesquelética y de partes pequeñas.



**Figura 30a.** Ecógrafo Samsung modelo HS70A. **Figura 30b.** Modelo de sonda L3-12A

De los/as participantes que reunían el requisito principal del estudio, se recogieron los siguientes datos: nombre, apellidos, edad, sexo, altura, peso, diámetro arterial vertebral bilateral, teléfono y email. Todos los datos recogidos fueron custodiados rigurosamente. Tras la anotación de los datos, se citó de nuevo al/a la participante para la 2ª y última prueba ecográfica del estudio. Todos/as aquellos/as participantes que no reunieron los criterios de inclusión (60 mujeres y

67 hombres), no fueron citados para la segunda ecografía.

Se reclutaron un total de 50 participantes válidos para el estudio:

Participantes	Nº	Edad media	Edad máxima	Edad mínima	Peso Medio Kg	Peso máximo	Peso mínimo	Altura Media Cm	Altura máxima	Altura mínima	IMC medio	IMC máximo	IMC mínimo
Mujeres	34	27	30	20	62	80	48	166	180	151	22,5	24,7	22,5

**Tabla 3.** Datos mujeres participantes

Participantes	Nº	Edad media	Edad máxima	Edad mínima	Peso Medio Kg	Peso máximo	Peso mínimo	Altura Media Cm	Altura máxima	Altura mínima	IMC medio	IMC máximo	IMC mínimo
Hombres	16	27	30	20	77	105	55	178	190	163	24,3	25,5	17,2

**Tabla 4.** Datos hombres participantes

Se les realizó ambas pruebas ecográficas a lo largo del periodo comprendido entre el 25 de febrero de 2016 y el 23 de julio de 2019. Todos los procedimientos empleados en esta Tesis Doctoral fueron aprobados por el Comité de Ética para las Investigaciones relacionadas con Seres Humanos (CEISH) de la UPV/EHU (CEID:M10/2015/108).

Se obtuvieron los siguientes datos de medición arterial tras la realización de las 50 pruebas ecográficas:

	AV izq	AV dcha
Máximo diámetro	4,9 mm	4,2 mm
Mínimo diámetro	2,4 mm	1,9 mm
Media	3,3 mm	2,8 mm

**Tabla 5.** Medidas de las AVs de los participantes incluidos en el estudio.

### **4.3 Criterios de inclusión**

1. Ambos sexos.
2. Edad comprendida entre 20 y 30 años.
3. No diagnóstico de DACE.
4. Alguna de las dos AVs igual o menor a 3 mm.
5. Sin patología cervical conocida.
6. Firma del documento de consentimiento informado.

### **4.4 Criterios de exclusión**

1. Edad inferior a 20 años y superior a 30 años.
2. Diagnóstico de DACE.
3. Poseer las dos AVs mayores de 3 mm.
4. Patología cervical conocida.
5. No firma del documento de consentimiento informado.
6. Poseer tumor/es maligno/s.
7. Cardiopatías descompensadas, endocarditis activas, hemopatías, tuberculosis (para la cinesiterapia activa).
8. Bronquitis crónica descompensada.
9. Trombosis o hemorragias activas.
10. Portar marcapasos u otros dispositivos cardiacos.
11. Derrame sinovial, hemartros y heridas recientes de partes blandas.
12. Artritis infecciosa.
13. Micosis y/o dermatitis.

14. Epilepsias no controladas y/o coreas.
15. Heridas sin regenerar en la zona de valoración.
16. HTA (hipertensión arterial).
17. Enfermedades infecciosas.
18. Patologías que cursen con fiebre.
19. Enfermedades en fase terminal.
20. Incontinencia urinaria y/o fecal.
21. Enfermedades dermatológicas.
22. Osteosíntesis en la zona a valorar.
23. Alteraciones de la sensibilidad.

#### **4.5 Cantidad de muestra**

El número de participantes se eligió en base a la bibliografía actual (*Cote y cols., 1996; Ernest E, 2002; Frisoni y cols., 1991*).

#### **4.6 Grupo**

Se aplicó la técnica TMTH S+I en cada participante comparándola con la posición neutra en el mismo participante. Por lo tanto, sólo hubo un grupo de estudio ya que la intención era describir los cambios en cada participante al aplicar la técnica TMTH S+I. En ningún paciente se realizó el thrust, únicamente se colocó al participante en posición pre-manipulativa sólo a falta de la ejecución de la técnica.



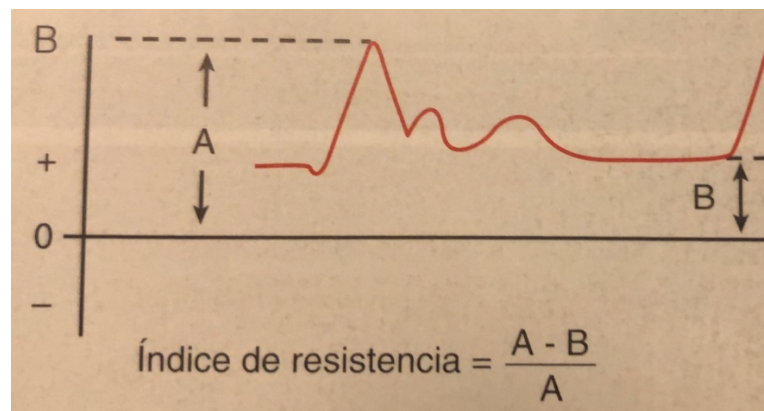
## 4.7 Variables

Las variables de estudio fueron las siguientes:

- PS: Pico sistólico
- DF: Velocidad telediastólica
- IR: índice de resistencia

Se definen cada una de las tres variables de estudio desde un punto de vista ecográfico para comprender los datos obtenidos y su significado.

- PS: Pico sistólico
  - Velocidad sistólica máxima que se produce en el interior del vaso estudiado.
- DF: Velocidad telediastólica
  - O telediástole, hace referencia al final de la diástole.
- IR: Índice de resistencia (Índice de Pourcelot)
  - La resistencia se define como la dificultad al flujo de la sangre en un vaso. Se calcula por flujo sanguíneo y gradiente de presión entre dos puntos de la AV.



**Figura 31.** Fórmula de cálculo del índice de resistencia. Extraído de: Doppler general. Zwiebel's. Editorial Marban 2008.

Se tomaron valores de cada una de las tres variables en posición neutra y en posición pre-manipulativa en los 50 participantes.

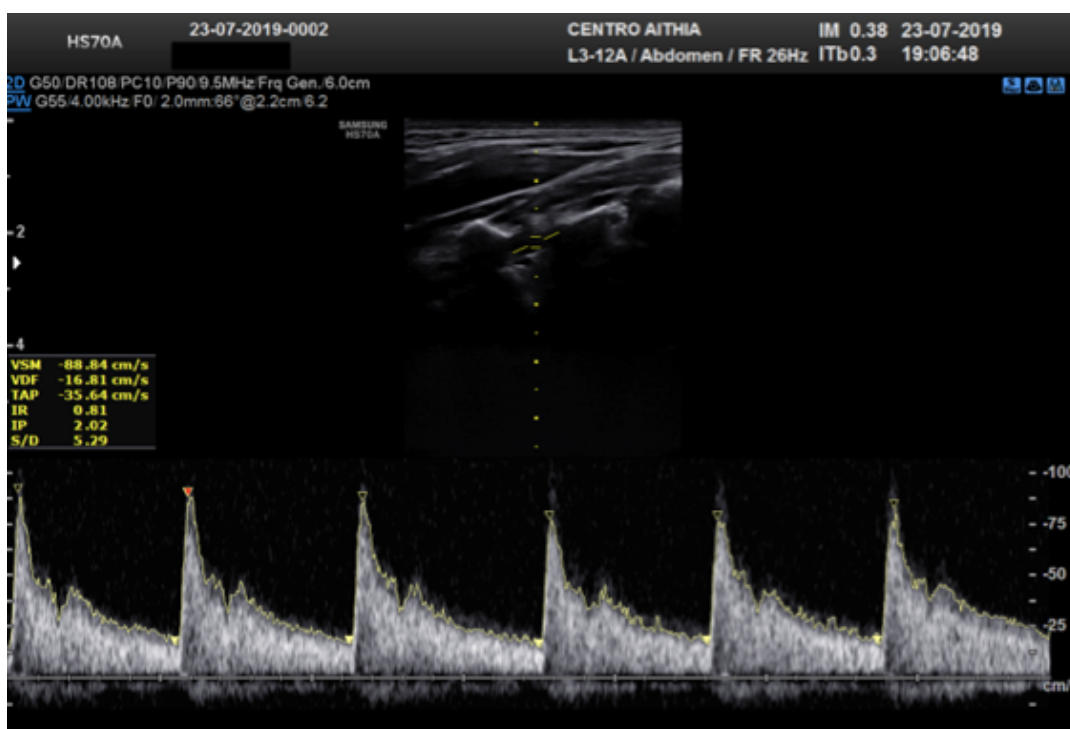
#### **4.8 Recogida y análisis de datos**

La recogida de datos se realizó de la siguiente manera:

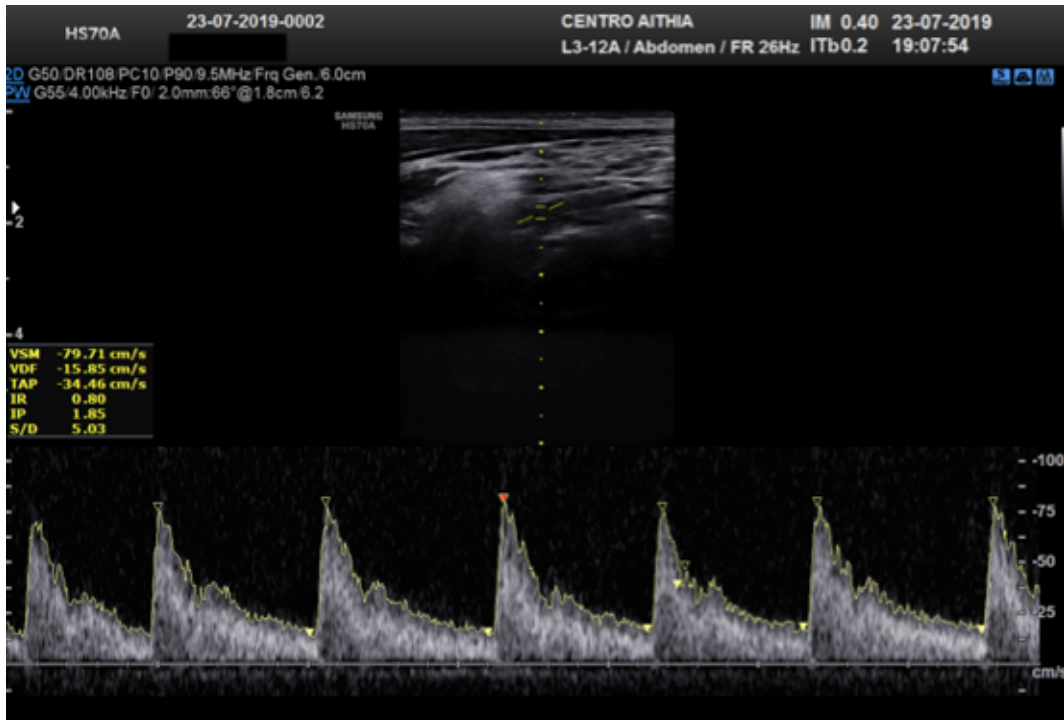
1. Información al/a la participante.
2. Realización de la 1ª prueba ecográfica.
3. Recogida de datos y firma del consentimiento informado (anexo 6).
4. Realización de la segunda prueba ecográfica.

La realización de la segunda y última prueba ecográfica se realizó en una nueva cita. Esta prueba se llevó a cabo con la presencia del médico radiólogo que hizo las ecografías, Dr. José Luis del Cura, el/la participante y el autor de la Tesis Doctoral Oscar Atillo Taibo, fisioterapeuta con más de 20 años de experiencia manipulativa, que hizo la TMTTH S+I. Se hicieron grupos de entre 5 y 7 participantes.

Para la realización de esta segunda prueba ecográfica, los/as participantes se colocaron en posición decúbito supino, sin tensión tisular (sin inclinación ni rotación cervical) ni movimiento alguno. Se les pidió que informaran de cualquier síntoma durante y después de cada movimiento. El ecografista procedió a registrar en posición neutra los valores de las tres variables (IR, DF, PS). A continuación, se colocó al/a la participante en posición pre-manipulativa de TMTH S+I y se registraron los datos de las mismas variables en esta nueva posición, para que de este modo poder comparar ambos registros (neutro y S+I) y la influencia de la técnica en las variables estudiadas. Se repitió 3 veces cada medición.



**Figura 32.** Imagen ecográfica posición neutra.



**Figura 33.** Imagen ecográfica posición S+I.



**Figura 34.** Posición TMTH S+I para registro de variables.

Se repitió el mismo proceso en los 50 participantes. El estudio se llevó a cabo sobre la AV contralateral al lado de la manipulación, siendo la región de exploración ecográfica la zona lateral media del cuello, próxima a la vertiente anterior del musculo esternocleidomastoideo, en la porción media del segmento extracraneal de la AV (C3-C4).

#### **4.9 Limitaciones del estudio**

1. Obtención de participantes. El rango de edad de los participantes (20-30 años) fue determinante a la hora de su compromiso en acudir a las citas. Además, organizar una agenda con ellos/as fue muy difícil puesto que los/as participantes con edades cercanas al límite superior (30 años) se encontraban en situación laboral y los/as del límite inferior (20 años) estaban cursando sus estudios.
2. Criterio de diámetro arterial. El criterio principal para ser participante era tener una de las dos AVs igual o menor a 3 mm de diámetro. El número total de participantes estudiados fue de 177 (incluyendo a los que no cumplieron los requisitos de inclusión), esto significa que únicamente el 28,24% de las personas estudiadas reunieron los criterios de inclusión. Han sido necesarios muchos/as participantes y muchas horas de selección para poder tener un número final de 50 participantes que cumplían los criterios de inclusión. Como dato, el 100% de las 177 personas reclutadas tenían una AV hipoplásica.

#### **4.10 Lugar de estudio**

Las pruebas ecográficas se realizaron en el Centro Aithia, localizado en Portugalete donde se contaba con los medios necesarios (equipo ecográfico necesario, camilla hidráulica) para proceder con las pruebas y la recogida de datos.

#### **4.11 Análisis estadístico**

Para el análisis estadístico se utilizó el programa SPSS ® versión 15.5. Se reclutaron 51 participantes de los cuales los datos del/la participante fue descartados por ausencia de ellos en la segunda toma de datos. La muestra total analizada fue de 50. Se comprobó la normalidad de los datos de flujo sanguíneo para las variables NEUTRO PS, NEUTRO IR, NEUTRO DF mediante el test de Kolmogorov-Smirnof.

Todos los/as participantes fueron evaluados en todos los parámetros y se compararon los datos de NEUTRO PS vs TMTH S+I PS, NEUTRO IR vs TNTH S+I IR y NEUTRO DF vs TMTH S+I DF usando el test de Wilcoxon para 2 muestras no paramétricas relacionadas.





## **5. RESULTADOS**



## 5.1 Descripción de la muestra

Participantes (N)	Edad	Talla cm	Peso kg	Sexo	AV Izq. mm	AV Dcha. mm
1	30	169	61	M	2,7	4,2
2	21	162	56	M	3,4	2,8
3	27	185	91	H	3,8	3
4	23	190	78	H	3,9	3
5 (anulado)	25	178	67	H	3,5	2
6	25	185	77	H	2,5	4,2
7	23	159	48	M	3	3,8
8	30	170	80	M	3,2	2,8
9	30	170	66	M	3,6	2,6
10	30	173	68	M	3,4	2,9
11	30	169	64	M	2,4	3,2
12	23	162	51	M	3,6	3
13	25	170	56	M	3,1	3
14	23	166	55	M	3,4	2,7
15	23	177	70	H	3,6	2,3
16	23	176	70	M	3,9	3
23	23	151	54	M	3,6	3
18	20	177	77	H	3,4	2,9
19	30	172	73	M	4	2,5
20	24	159	63	M	3	2,5
21	23	175	68	M	3	3,3
22	22	178	85	M	3,1	2,8
23	23	156	74	M	4,9	2,7
24	21	180	73	M	3,3	2,9
25	30	162	56	M	3,8	2,3
26	30	179	80	H	3,5	2,8
27	29	180	72	H	3,4	2,9
28	29	177	84	H	3,1	2,2
29	28	166	68	H	4	1,9
30	27	172	105	H	4	2,4
31	30	187	84	H	2,8	4
32	30	154	51	M	4	2,3
33	30	160	61	M	2,7	2,8
34	30	163	55	H	2,9	3,2
35	29	165	56	M	3,4	2,8
36	27	173	63	M	3,8	2,9
37	21	162	68	M	3	3,8
38	21	174	62	H	2,6	3,2
39	21	182	90	H	3,4	2,7
40	25	180	67	H	2,8	3,2
41	22	165	62	M	3,3	2,7
42	29	173	64	M	2,6	3,6
43	25	188	78	H	3,6	2,6
44	29	172	73	M	3,4	2,7
45	30	173	67	M	4,5	3
46	20	165	58	M	3,5	2,8
47	21	163	60	M	3,5	2,8
48	26	162	58	M	3,7	2,6
49	25	160	50	M	3	1,9
50	30	168	50	M	4,8	2,2
51	30	163	74	M	2,8	2,9

**Tabla 6.** Descripción de los datos obtenidos en los/as 50 participantes. (H: hombre; M: mujer).

## 5.2 Resultados

Se evaluó la normalidad de los datos para NEUTRO PS, NEUTRO IR, NEUTRO DF. Los datos no cumplieron la ley Normal según el test de Kolmogorov-Smirnov; NEUTRO PS ( $P=0.037$ ), NEUTRO IR ( $P=0.02$ ) NEUTRO DF ( $P=0.048$ ).

DESCRIPTIVOS			
	Media	Varianza	Desv. típ.
NEUTROPS	59,66	495,86	22,27
S+I PS	55,71	445,6	21,11
NEUTROIR	0,73	0,01	0,12
S+I IR	0,73	0,02	0,15
NEUTRODF	15,67	30,61	5,53
S+I DF	14,52	67,604	8,22

**Tabla 7.** Descripción de la media, varianza y desviación típica para las variables NEUTRO PS (neutralidad en pico sistólico) NEUTRO IR (neutralidad en índice de resistencia), NEUTRO DF (neutralidad en flujo telediastólico), S+I PS (TMTH con parámetro de inclinación en pico sistólico), S+I IR (TMTH con parámetro de inclinación en índice de resistencia) y S+I DF (TMTH con parámetro de inclinación n flujo telediastólico).

En la comparación por pares se utilizó el test de Wilcoxon (prueba no paramétrica) para 2 muestras relacionadas.

Siendo los resultados NEUTRO PS vs S+I PS ( $Z= -1.587$ ;  $P= 0.113$ ), NEUTRO IR vs S+I IR ( $Z= -0.51$ ;  $P= 0.959$ ) y NEUTRO DF vs S+I DF ( $Z=-1.617$ ;  $P=0.106$ ) resultando los datos no significativos y corroborando la hipótesis nula.

Se comprobó el tamaño del efecto de los resultados mediante la fórmula de Tomczak & Tomczak (2014):  $r=Z/\sqrt{N}$

Siendo NEUTRO PS vs S+I PS  $R=0.224$ ; NEUTRO IR vs S+I IR  $r=0.072$ ; NEUTRO DF vs S+I DF  $r=0.228$ , los cambios experimentados en las fluctuaciones a nivel vascular fueron muy poco probables debidos a los cambios ejecutados por la acción del doctorando/terapeuta según el criterio descrito por Cohen (1988):  $r=0,10$ (bajo) / $r=0,30$ (medio)/  $r=0,50$ (grande)/  $r=0,70$  (muy grande).



**Figura 35.** Gráfico de cajas para los grupos NEUTRO DF (izq) y S+I DF (dcha)

Leyenda para el gráfico de cajas

En la tabla anterior se expone el gráfico de cajas para las posiciones DF. Es significativo que, pese a que la media de ambas poblaciones se mantiene en un valor similar, el primer cuartil de la caja del S+I DF inicie en 0, siendo que un 25% de los/as participantes estudiados/as está entre los valores 0-10 formando los 0 parte de la “normalidad” de los datos. Pese a tener un  $p=0.106$  y estando muy lejos

de ser un cambio significativo, el tamaño del efecto  $r=0.22$  es medio/bajo siendo el valor 0 la oclusión completa de la arteria.

Por lo tanto:

- 1- Las medias de los pares de grupos son muy similares
- 2- La desviación de los datos es elevada, hay un fuerte componente aleatorio.
- 3- El componente de inclinación que ejerce la TMTH S+I en la AV no afecta a las variables estudiadas.
- 4- Hacer la TMTH S+I no modifica las variables estudiadas en participantes con edad comprendida entre 20 y 30 años sin diagnóstico de DACE y sin patología cervical y/o vascular conocida.
- 5- Existen pocos participantes que experimentan una modificación de las variables, únicamente en la variable DF un número reducido de participantes experimenta cambios.

## **6. DISCUSIÓN**





Las técnicas manipulativas usadas en TM pueden ser una causa de daño directo en el sistema vertebrobasilar. Esta afirmación, a pesar de que no existe evidencia científica sólida que la respalde (*Hurwitz y cols., 1996; Puentedura y cols., 2012; Chung y cols., 2014*), ha sido la base de numerosos estudios realizados en las últimas décadas. Estos estudios han demostrado que los movimientos de la región cervical tienen influencia en el flujo de la AV, pero no han demostrado de una forma consensuada cuáles son los parámetros de las técnicas manipulativas que pueden ser potencialmente peligrosos para la AV. Incluso, existen estudios que afirman que la manipulación cervical impone menos estiramiento de la AV que el propio giro de la cabeza (*Herzog y cols., 2012*). Existe controversia sobre el efecto de la rotación en el flujo de la AV (*Quesnele y cols; 2014*), a pesar de ello se considera que el parámetro que más reduce el flujo de las AVs es el movimiento de rotación (*Refshauge y cols., 1994; DeMaria AA, Jr, 1995; Sim y cols., 2000*), aunque no existe un criterio claro sobre los grados de rotación necesarios para la reducción del flujo de la AV, estableciéndose un rango de 35-45° (*Tarang y cols., 2001*). La reducción del flujo de la AV puede verse aumentada si al movimiento de rotación se le añade un movimiento de extensión cervical.

La carencia de un número mayor de estudios al respecto es evidente, al igual que la falta de un consenso sobre los parámetros a utilizar en la TMTH. Faltan estudios que profundicen en los parámetros de realización de la TMTH. Conocemos por la literatura actual que el número de lesiones en la AV producidas por una técnica manipulativa es bajo o muy bajo (*Vickers y cols., 1999; Haldelman y cols., 2001; Stevinson C y cols., 2002*); sin embargo, la hipótesis que prevalece

en numerosos estudios actuales continúa siendo el posible carácter lesivo de la TMTH. En este sentido debemos destacar que no existen estudios sobre el parámetro de inclinación y su influencia en el flujo vascular de las AVs, este aspecto es la base de esta Tesis Doctoral. Las publicaciones existentes analizan el efecto de la TMTH tras la realización de la misma; este trabajo doctoral sin embargo trata de la valoración de los efectos de la TMTH en el mismo instante de su realización utilizando para ello un medio directo y objetivo como es la ecografía Doppler. Mediante esta técnica, se obtienen datos acerca del flujo sanguíneo a través de una imagen en color, donde se incluye un ángulo Doppler y un volumen determinado de la muestra, que aporta información fácilmente contrastable y objetiva de lo que ocurre durante la realización de la TMTH. Centramos nuestra atención en un punto concreto de la AV a través del transductor, de esta forma mientras realizamos la TMTH S+I en el nivel C3-C4, pudimos observar en un nivel diferente del lugar manipulado (proximal o distal a C3-C4) los cambios acontecidos en las variables de la AV. La posibilidad de observar en un lugar distinto al de la manipulación, nos aportó información acerca de lo que ocurría en todo el recorrido de la AV contralateral tal y como se aprecia en la figura 18 del punto 1.19.1 en la página 43, sin la necesidad de tener que explorar la AV en su totalidad.

Ante la carencia científica existente, hipotetizamos en esta Tesis Doctoral que la aplicación de la TMTH S+I en C3-C4 induce cambios en la AV contralateral en individuos jóvenes. En base a esta hipótesis, el objetivo principal de este trabajo fue el estudio mediante técnica Doppler de la influencia del parámetro de

inclinación que se utiliza frecuentemente en la TMTH, tomando como variables a considerar el IR, la DF y el PS en participantes de una edad comprendida entre 20 y 30 años sin patología vascular conocida y sin diagnóstico de DACE. Así mismo, debido a la disparidad en las distintas metodologías que existen en las escuelas de osteopatía de España relativa a la enseñanza de la TMTH, planteamos un documento ampliamente desarrollado en cuanto a la aplicación de la TMTH (anexo 1) que no incluye el parámetro de inclinación, con el objetivo de establecer unas bases unificadas con criterio anatómo-fisiológico sobre la realización de la técnica en la CC, contribuyendo a su vez a la mejora del material disponible que pretende una práctica manipulativa más segura y eficaz. Dicha disparidad en la enseñanza lleva a una situación entre los terapeutas de clara diferencia de criterios, habiendo unos que practican TMTH con parámetro de inclinación y otros sin él. Nuestra propuesta de didáctica manipulativa contempla las limitaciones que el parámetro de rotación y el de extensión generan en la TMTH, es por ello que no se incluye la extensión en la TMTH propuesta limitando a su vez la rotación a 35°-45°.

La evidencia actual centra su atención en el segmento V3 de la AV ya que es aquí donde se producen el mayor número de lesiones (*Grossmann y cols., 1982; Mann y cols., 2001*). El estudio de las variables citadas en esta Tesis Doctoral se sitúa en el segmento V2 de la AV, en este segmento es donde menos estudios se han realizado sobre la influencia de la TMTH en la AV. La obtención de participantes válidos fue la principal limitación del estudio. Únicamente el 28,24% del total de los participantes estudiados (177) cumplieron el criterio más importante para el estudio, tener un diámetro arterial igual o menor a 3 mm en una

de las dos AVs. Conseguir la muestra propuesta inicialmente fue una labor que se alargó tres años y medio.

Nuestros resultados han demostrado que no existen diferencias estadísticamente significativas en cuanto a cambios en las variables de IR, DF y PS en la AV contralateral durante la aplicación de TMTH S+I en C3-C4 en participantes con edad comprendida entre 20 y 30 años sin DACE y sin patología vascular conocida. Hemos detectado que existen pocos/as participantes que experimentan una modificación de las variables, únicamente observamos cambios a tener en cuenta para futuros estudios en la variable de DF en 3 participantes. En base a estos datos, concluimos que el componente de inclinación que ejerce la TMTH S+I no afecta a las variables estudiadas en la AV arteria contralateral en participantes de una edad comprendida entre 20 y 30 años sin diagnóstico de DACE y sin patología cervical y/o vascular conocida.

Basándonos en nuestros resultados y en estudios sobre fisiopatología de la AV (*Dobrin PB, 1978; Piffer y cols., 1980; Dunne y cols., 1987; Pollanen y cols., 1992; Schep y cols., 2002*), pretendemos como siguiente paso investigar la influencia del parámetro de inclinación en las variables IR, DF y PS en participantes de edades más avanzadas, ya que la edad es uno de los factores clave en las lesiones arteriales, debido a que la modificación de la composición arterial y los signos arterioescleróticos provocan un aumento de la rigidez de la arteria (*Nagasawa y cols., 1982*). Igualmente, queremos profundizar en el estudio de los diferentes parámetros de aplicación de la TMTH, como son fuerza, velocidad, amplitud, dirección y su relación con las lesiones arteriales, ya que las evidencias indican

---

que hace falta más fuerza de manera general a la aplicada para lesionar una arteria (*Symons y cols., 2002*).

Con esta Tesis Doctoral hemos pretendido aportar información acerca de la realización correcta de la TMTH. Asimismo, debido a la seriedad de los posibles efectos en la AV de la TMTH, realizamos una revisión de lo actualmente publicado acerca de los tests pre-manipulativos para la IVB, añadiendo a esta Tesis Doctoral a través del anexo 4 un resumen de las conclusiones extraídas tras dicha revisión. Se describen de manera gráfica tests iniciales, adicionales y funcionales con el objetivo de reducir los posibles fallos en la detección de una posible IVB en personas sometidas a una TMTH. Sabemos que la realización de estos tests no es un acto que garantice un cribado eficaz de situaciones que sean contradictorias a una TMTH (*Refshauge KM y cols., 2002*), a pesar de ello, se recomienda su uso.

Como conclusión final, creemos necesario dar sentido y justificación a la TM, para ello consideramos necesario que la investigación en TM sea un hecho, únicamente será vista con buenos ojos en el ámbito sanitario si los terapeutas manuales investigamos con criterio aquellas técnicas que deseamos que sean aceptadas. La investigación debe formar parte de la enseñanza de la TM, así como la experiencia clínica, la semiología, la escucha de la persona a través de la anamnesis, el razonamiento clínico y el planteamiento de una hipótesis de tratamiento manual. No debemos dejar a un lado la colaboración con el resto de profesionales del mundo sanitario; la investigación multidisciplinar creemos que es otro de los retos de la TM. Es necesario objetivar mediante estudios la influencia de las técnicas utilizadas en TM, igualmente todos aquellos resultados obtenidos

en las personas durante su tratamiento deben ir acompañados de una justificación científica, para que tanto las técnicas en sí como los resultados sean vistos desde un prisma de aceptación sanitaria.

Es una tarea inevitable e ineludible de los terapeutas y de la TM.

## **7. CONCLUSIONES**





- No existen diferencias estadísticamente significativas en cuanto a cambios en la variable de IR en la AV contralateral durante la aplicación de TMTH S+I en la CC (C3-C4) en participantes con edad comprendida entre 20 y 30 años sin DACE y sin patología vascular conocida.
- No existen diferencias estadísticamente significativas en cuanto a cambios en la variable de DF en la AV contralateral durante la aplicación de TMTH S+I en la CC (C3-C4) en participantes con edad comprendida entre 20 y 30 años sin DACE y sin patología vascular conocida.
- No existen diferencias estadísticamente significativas en cuanto a cambios en la variable de PS en la AV contralateral durante la aplicación de TMTH S+I en la CC (C3-C4) en participantes con edad comprendida entre 20 y 30 años sin DACE y sin patología vascular conocida.
- Existen pocos/as participantes que experimentan una modificación de las variables, únicamente en la variable DF un número reducido de participantes experimenta cambios.



## **8. BIBLIOGRAFÍA**



- Allison G, Edmondston S, Roe C, Reid S, Toy D, Lundgren H. Influence of load orientation on the posteroanterior stiffness of the lumbar spine. *J Manipulative Physiol Ther.* 1998; 21:534-538.
- Anatomía de Gray. Editorial Harcourt Tomo II. 38ª edición.
- Aprill C, Dwyer A, Bobduk N. Cervical zygapophyseal joint pain patterns. II: A clinical evaluation. *Spine.* 1990;15(6):458-461
- Arnold M, Bousser MG. Carotid and vertebral dissection. *Pract Neurol* 2005; 5:100–109.
- Barker S, Kesson M, Ashmore J, Turner G, Coway J, Stevens D. Guidance for premanipulative testing of the cervical spine. Manipulation Association of Chartered Physiotherapist. Society of Orthopedic Medecine; 2004
- Beletsky V, Nadareishvili Z, Lynch J, Shuaib A, Woolfenden A, Norris JW. Cervical Arterial Dissection: Time for a Terapeutic Trial. *Stroke* 2003;34(12):2856-2860.
- Bevan JA. Sites of transition between functional systemic and cerebral arteries of rabbits occur at embryological junctional sites. *Science.* 1979;204(4993):635-637.
- Biousse V, D'Anglejan-Chatillon J, Massiou H. Head pain in nontraumatic artery dissection: A series of 65 patients. *Cephalgia* 1994; 14:33–36.
- Bobduk N, Mercer S. Biomechanics of the cervical spine. I: Normal kinematics. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2000;15(9):633-648.
- Bogduk N, Marsland A. The cervical zygapophysial joints as a source of neck pain. *Spine.* 1998;13(6):610-687.
- Bogduk N. Cervicogenic headache: anatomic basis and pathophysiologic mechanism. *Curr pain Headche Rep.* 2001;5(4):382-386.
- Bogduk N. Distinguishing primary headache disorders from cervicogenic headache: clinical and therapeutic implications. *Hedache curr.* 2005;2(2):27-36.
- Bogduk N. The clinical anatomy of the cervical dorsal rami. *Spine.* 1982;7(4):319-330.
- Brown BSJ, Tatlow WF. Radiographic studies of the vertebral arteries in cadavers. Effects of position and traction on the head. *Radiology.* 1963; 81:80-88.
- Budgell B, Hirano F. Innocuous mechanical stimulation of the neck and alterations in heart-rate variability in healthy young adults. *Auton. Neurosci.* 2001; 91:96–99.
- Cannon JT, Prieto GJ, Lee A, Liebeskind JC. Evidence for opioid and non-opioid forms on stimulation produced analgesia in the rat. *Brain Res.* 1982; 243:315-321.
- Chan MT, Nadareishvili ZG, Norris JW. Diagnostic strategies in Young patients with ischemic stroke in Canada. *Can J Neurol.* 2002;249(10):1401-1403.
- Chuang YM, Huang YC, Hu HH, Yang CY. Toward a further elucidation: Role of vertebral artery hypoplasia in acute ischemic stroke. *Eur Neurol* 2006; 55:193–197.

- Chung CLR, Côté P, Stern P, L'espérance G. The Association Between Cervical Spine Manipulation and Carotid Artery Dissection: A Systematic Review of the Literature. *J Manipulative Physiol Ther.* 2014.
- Coman W. Dizziness related to ENT conditions. EN: Grieve G, editor. *Modern manual therapy of the vertebral column.* Edimburgo: Churchill Livingstone;1986.
- Cote P, kreitz BG, Cassidy JD, Thiel H. The validity of the extension-rotation test as a clinical screening procedure before neck manipulation: a secondary analysis. *J Manipulative Physiol Ther.* 1996;19(3):159-164.
- Crawford JP, Hwang BY, Asselbergs PJ, Hickson GS. Vascular ischemia of the cervical spine: a review of relationship to therapeutic manipulation. *J Manipulative Physiol Ther.* 1984;7(3):149-515.
- DeMaria AA, Jr. Positional Compression of vertebral artery shown by magnetic resonance angiography. *South Med J.* 1995;88(8):871-872.
- Di Fabio RP. Manipulation of the cervical spine: risks and benefits. *Phys Ther.* 1999;79(1):50-65.
- Dobrin OB. Mechanical properties of arteries. *Physiol Rev.* 1978;58(2):397-460.
- Downs SH, Black N. 'The feasibility of creating a checklist for the assessment of the methodological quality both of randomised and non-randomised studies of health care interventions. *J Epidemiol Community Health.* 1998;52(6):377-384.
- Dufour, M. y Pillu, M. *Biomecánica funcional.* 2ª ed. Barcelona: Elsevier Masson; 2006.
- Dunne JW, Conacher GN, Khangure M, Harper CG. Dissecting aneurysms of the vertebral arteries following cervical manipulation: a case report. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1987; 50(3):349-353.
- Druss BG, Rosenheck RA. Association between use of unconventional therapies and conventional medical services. *JAMA.* 1999; 282: 651-656.
- Dwyer A, Aprill C, Bogduk N. Cervical zygapophyseal joint pain patterns. I: a study in normal volunteers. *Spine.* 1990;15(6):453-457
- Easton JD, Sherman DG. Cervical manipulation and stroke. *Stroke.* 1977;8(5):594-597.
- Ehni G, Benner B. occipital neuralgia and the C1-2 arthrosis syndrome. *J Neurosurg.* 1984;61(5):961-965.
- Ehrenfeld WK, Wylie EJ. Spontaneous dissection of the internal carotid artery. *Arch Surg.* 1976;111(11):1294-1301.
- Elliot J, Jull G, Noteboom JT, Darnell R, Galloway G, Gibbon WW. Fatty infiltration in the cervical extensor muscles in persistent whiplash-associated disorders: a magnetic resonance imaging analysis. *Spine.* 2006;31(22):847-855.
- Ernest E. Manipulation of the cervical spine: a systematic review of case reports of serious adverse events, 1995-2001. *Med J Aust.* 2002;176(8):376-380.
- Fanselow M. The mindbrain periaqueductal gray as a coordinator of action in response to fear and anxiety. En: Depaulis A, Bandler R, editors. *The mindbrain periaqueductal gray matter.* Nueva York. Plenum Press; 1991; 51-73.

- Farst A, Zinicola DF, Marin EL. Vertebral artery damage complicating cervical manipulation. *Spine*. 1987;12(9):840-842.
- Feipel V, Rondelet B, Le Pallec J, Rooze M. Normal global motion of the cervical spine: an electrogoniometric study. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 1999;14(7):462-470.
- Fredriksen TA, Sjaastad O. Cervicogenic headache: current concepts of pathogenesis related to anatomical structure. *Clin Exp Rheumatol*. 2000;18(2 suppl 19):16-18.
- Friedman D, Flanders A, Thomas C, Millar W, Vertebral artery injury after acute cervical spine trauma: rate of occurrence as detected by MR angiography and assessment of clinical consequences. *AJR Am J Roentgenol*. 1995;164(2):443-447.
- Frisoni GB, Anzola GP. Vertebrobasilar ischemia after neck motion. *Stroke*. 1991;22(11):1452-1460.
- Frumkin LR, Baloh RW. Wallenberg's syndrome following neck manipulation. *Neurology*. 1990;40(4):611-615.
- Fujita N, Ueda T, Yamanaka T, Inui H, Minami Y, Miyahara H et al. Clinical application of ultrasonic blood rheography in vertebral artery for vertigo. *Acta Otolaryngol Suppl*. 1995; 519:178-183.
- Fukui S, Ohseto K, Shiotani M, Ohno K, Karasawa H, Naganuma Y et al. Referred pain distribution of the cervical zygapophyseal joints and cervical dorsal rami. *Pain*. 1996;68(1):79-83.
- Ganong W. *Fisiología médica*. 10º Ed. México D.F: El manual moderno; 1986.
- Goldstein SJ. Dissecting hematoma of the cervical vertebral artery. Case report. *J Neurosurg*. 1982;56(3):451-454.
- Gross AR, Aker PD, Quartly C. Manual therapy in the treatment of neck pain. *Rheum Dis Clin North Am*. 1996;22(3):579-598.
- Gross AR, Kay TM, Kennedy C, Gasner D, Hurley L, Yardley K, et al. Clinical practice guideline on the use of manipulation or mobilization in the treatment of adults with mechanical neck disorders. *Man Ther*. 2002;7(4):193-205.
- Grossmann RI, Davis KR. Positional occlusion of the vertebral artery: a rare cause of embolic stroke. *Neuroradiology*. 1982;23(4):227-230.
- Guyton A, Hall J. *Tratado de fisiología médica*. 10ª ed. Madrid: McGraw-Hill Interamericana; 2001.
- Haldeman S, Carey P, Townsend M, Papadopoulos C. Arterial dissections following cervical manipulation: the chiropractic experience. *CMAJ*. 2001;165(7):905-906.
- Halderman S, Kohlbeck FJ, McGregor M. Unpredictability of cerebrovascular ischemia associated with cervical spine manipulative therapy: A review of 64 cases after cervical spine manipulation. *Spine* 2002; 27:49-55.
- Hallgren RC, Greenman PE, Rechten JJ. Atrophy of suboccipital muscles in patients with chronic pain: a pilot study. *J Am Osteopath Assoc*. 1994;94(12):1032-1038.
- Haneline M, Triano J. Cervical artery dissection. A comparison of highly dynamic mechanisms; manipulation versus motor vehicle collision. *J Manipulative Physiol Ther* 2005; 28(1): 57-63.

- Haynes MJ, Cala LA, Melsom A, Mastaglia FL, Milne N, McGeachie JK. Vertebral arteries and cervical rotation: modeling and magnetic resonance angiography studies. *J Manipulative Physiol Ther.* 2002;25(6):370-383.
- Haynes MJ, Milne N. Color Duplex sonographic findings in human vertebral arteries during cervical rotation. *J Clin Ultrasound* 2001; 29:14–24.
- Haynes MJ. Vertebral arteries and cervical movement: Doppler ultrasound velocimetry for screening before manipulation. *J Manipulative Physiol Ther.* 2002;25(9):556-567.
- Haynes MJ. Doppler studies comparing the effects of cervical rotation and lateral flexion on vertebral artery flow. *J Manipulative physiol ther* 1996; 19:378-384.
- Haynes MJ. Ultrasound biomechanical studies of human vertebral arteries. PhD thesis, School of anatomy and A Human Biology the University of Western Australia, 2002.
- Henley CE, Ivins D, Mills M, Wen FK, Benjamin BA. Osteopathic manipulative treatment and its relationship to autonomic nervous system activity as demonstrated by heart rate variability: a repeated measures study. *Osteopath Med Prim Care.* 2008 Jun 5; 2:7.
- Herzog W, Leonard TR, Symons B, *et al.* Vertebral artery strains during high-speed, low amplitude cervical spinal manipulation. *J Electromyogr Kinesiol* 2012; 22:740–746.
- Horn SW, 2nd. The locked-In syndrome following chiropractic manipulation of the cervical spine. *Ann Emerg Med.* 1983 ;12(10) :648-650.
- Hoshino Y, Kurokawa T, Nakamura K, Seichi A, Mamada T, Saita K, *et al.* A report on the safety of unilateral vertebral artery ligation during cervical spine surgery. *Spine.* 1997;21(12):1454-1457.
- Hosobuchi Y, Adams JE, Linchitz R. Pain relief by electrical stimulation of the central gray matter in human and its reversal by naloxone. *Science.* 1977; 197:183-186.
- Hoving JL, Koes BW, de Vet HC, van der Windt DA, Assendelft WJ, van Mameren H, *et al.* Manual therapy, physical therapy, or continued care by a general practitioner for patients with neck pain. A randomized, controlled trial. *Ann Intern Med.* 2002;136(10):713-722.
- Hurwitz EL, Aker PD, Adams AH, Meeker WC, Shekelle PG. Manipulation and mobilization of the cervical spine: a systematic review of the literature. *Spine.* 1996;21(15):1746-1760.
- Husni EA, Bell HS, Storer J. Mechanical occlusion of the vertebral artery. A new clinical concept. *JAMA.* 1966;196(6):475-478.
- Ishii T, Mukai Y, Honoso N, Sakaura H, Fujii R, Nakajima Y, *et al.* Kinematics of the subaxial cervical spine in rotation in vivo three-dimensional analysis. *Spine.* 2004;29(24):2826-2831.
- Jackson RS, Wheeler AH, Darden BV, 2nd. Vertebral artery anomaly with atraumatic dissection causing thromboembolic ischemia: a case report. *Spine.* 2000;25(15):1989-1892.



- Jamison JR, MzEwen AP, Thomas SJ. Chiropractic adjustment in the management of visceral conditions: a critical appraisal. *J Manipulative Physiol Ther.* 1992;15(3):171-180.
- Johnson C, Grant R, Dansie B, Taylor J, Spyropolous P. Measurement of blood flow in the vertebral artery using color duplex Doppler ultrasound: establishment of the reliability of selected parameters. *Man Ther.* 2000;5(1):21-29.
- Johnson CP, How T, Scraggs M, West CR, Burns J. A biomechanical study of the human vertebral artery with implications for fatal artery injury. *Forensic Sci Int.* 2000;109(3):169-182.
- Jull G. Use of high and low velocity cervical manipulative therapy procedures by Australian manipulative physiotherapist. *Aust J Physiother.* 2002;48(3):189-193.
- Kallakuri S, Singh A, Chen C, Cavanaugh JM. Demonstration of substance P, calcitonin gene-related peptide, and protein gene product 9.5 containing nerve fibers in human cervical facet joint capsules. *Spine.* 2004;29(11):1182-1186.
- Kapandji IA. *Fisiología articular Tomo III.* 5ª ed. Madrid: Ed. Panamericana; 2010.
- Katirji MB, Reinmuth OM, Latchaw RE. Stroke due to vertebral to artery injury. *Arch Neurol.* 1985;42(3):242-248.
- Kleyn AD, Nieuwenhuysse A. Schwindelanfalle und Mystagmus bei einer bestimmten Stellung des Kopfes. *Acta Otolaryngol.* 1927; 7:155-1557.
- Korr I. *Bases fisiológicas de la osteopatía.* Madrid: Mandala; 2003.
- Krueger BR, Okazaki H. Vertebral-basilar distribution infarction following chiropractic cervical manipulation. *Mayo Clin Proc.* 1980;55(5):322-332.
- Kuether TA, Nesbit GM, Clark WM, Barnwell SL. Rotational vertebral artery occlusion: a mechanism of vertebrobasilar insufficiency. *Neurosurgery.* 1997;41(2):427-32; discussion 432-433.
- Lee M, Latimer J, Maher C. Manipulation: investigation of a proposed mechanism. *Clin Biomech.* 1993; 8:302-306.
- Li YK, Zhang YK, Lu CM, Zhong SZ. Changes and implications of blood velocity of the vertebral artery during rotation and extension of the head. *J Manipulative Physiol Ther.* 1999;22(2):91-95.
- Licht PB, Christensen HW, Hoiland-Carslen PF. Is there a role for premanipulative testing before cervical manipulation? *J Manipulative Physiol Ther.* 1998;21(3):175-179.
- Lord S, Bogduk N. The cervical synovial joints as sources of post-traumatic headaches. *J musculoskel pain.* 1996; 4:81-94.
- Lord SM, Barsley L, Wallis BJ, Bogduk N. Chronic cervical zygapophyseal joint pain after whiplash. A placebo-controlled prevalence study. *Spine.* 1996;21(15):18737-44; discussion 1744-1745.
- Lords RS. Vertebrobasilar ischemia and extracranial arteries. *Med J Aust.* 1973;2(1):32-37.

- Lorenz MW. Carotid intima-media thickening indicates a higher vascular risk across a wide age range: Prospective data from the carotid atherosclerosis progression study (CAPS). *Stroke* 2006;37: 87–92.
- Lovick T. Interactions between descending pathways from the dorsal and ventrolateral periaqueductal gray matter in rats. *The mindbrain periaqueductal gray matter*. Nueva York: Plenum Press;1991.
- Lysell E. Motion in the cervical spine. An experimental study on autopsy specimens. *Acta Orthop Scand*. 1969; Suppl 123:1-61.
- Macci C, Giannelli F, Cecchi F, Gulisano M, Pacini P, Corcos L, et al. The inner diameter of human intracranial vertebral artery by color Doppler method. *Ital J Anat Embryol*. 1996;101(2):81-87.
- Magerey M, Coughlam B, Rebbeck T. Australian Physiotherapy Association Clinical Guidelines for the manipulative procedures for the cervical spine. Melbourne: Australian Physiotherapy Association;2 000.
- Maitland G. Vertebral manipulation. 5<sup>a</sup> ed. Londres: Butterworth Heinemann, 1986.
- Mann T, Refchauge KM. Causes of complication from cervical spine manipulation. *Aust J Physiother*. 2001;47(4):255-266.
- McPartland JM, Brodeur RR, Hallgren RC. Chronic neck pain, stadyng balance, and suboccipital muscle atrophy-a pilot study. *J Manipulative Physiol Ther*. 1997;20(1):24-.29.
- Meliksetyan, H. Hosseini. Manipulations cervicales et risque de dissection vertébrale. Servicio de Neurologie, Unité des Soins Intesifs Neurovasculaires, CHU Henri Mondor, CRETEIL.
- Mercer SR, Biobduk N. Joints of the cervical vertebral column. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2001;31(4):174-82; discussion 183.
- Meyer T, Schwarz L, Kindermann W. Exercise and endogenous opiates. En: Warren MP, Constantini NW, editors. *Contemporary endocrinology: Sports endocrinology*. Totowa, NJ: Human Press Inc.p. 2000. 31-42.
- Mimura M, Moriya H, Watanabe T, Takahashi K, Yamagata M, Tamaki T. Three-dimensional motion analysis of the cervical spine with special reference to the axial rotation. *Spine*. 1989;14(11):1135-1139.
- Mitchell J, Keene D, Dyson C, Harvey L, Pruevey C, Phillips R. Is cervical spine rotation, as used in the standard vertebrobasilar insufficiency test, associated with a measureable change in intracranial vertebral artery blood flow? *Man Ther*. 2004;9(4):220-227.
- Mokri B, Piepgras DG, Wiebers DO, Houser OW. Familial occurrence of spontaneous dissection of the internal carotid artery. *Stroke*. 1987;18(1):246-251.
- Mora VA, Pabón MA, Meza GHY, Martínez GC, Paez GM, Renowitzky ZC, Pérez YR. Disección espontánea de la arteria vertebral, una causa de accidente cerebrovascular en el adulto joven. Reporte de un caso. *Asoc Colom Med crítica*.2018;155:1-5.
- Mororey SP, Schultz AB, Miller JA, Andersson GB. Load-displacement properties of lower cervical spine motion segments. *J Biomech*. 1988;21(9):769-779.

- Nagasawa S, Handa H, Naruo Y, Okumura A, Moritake K, Hayashi K. Biomechanical study on aging changes and vasospasm of human cerebral arteries. *Biorheology*. 1982;19(3):481-489.
- Nijs J, Wilgen PV, Van Oosterwijck J, Van Ittersum M, Meeus M. How to explain central sensitization to patients with “unexplained” chronic musculoskeletal pain: Practice guidelines, *Manual Therapy*. 2011 (16):413-418.
- Ohtori S, Moriya H, Takahashi K. Calcitonin gene-related peptide immunoreactive sensory DRG neurons innervating the cervical facet joints show phenotypic switch in cervical facet injury in rats. *Eur Spine J*. 2003;12(2):211-215.
- Ohtori S, Takahashi K, Chiba T, Yamagata M, Sameda H, Moriya H. Sensory innervation of the cervical facet joints in rats. *Spine*. 2001;26(2):147-150.
- Okawara S, Nibbelink D. Vertebral artery occlusion following hyperextension and rotation of the head. *Stroke*. 1974;5(5):640-642.
- Parwar BL, Fawzi AA, Arnold AC, Schwartz SD. Horner’s syndrome and dissection of the internal carotid artery after chiropractic manipulation of the neck. *Am J Ophthalmol*. 2001;131(4):523-524.
- Pezzini A, Del Zotto E, Pavodani A. Hyperhomocysteinemia: a potential risk factor for cervical artery dissection following chiropractic manipulation of the cervical spine. *J Neurol*. 2002; 249(10):1401-1403.
- Pickar JG, Ianuzzi A, Partap SK. Relationships between joint motion and facet joint capsule strain during cat and human lumbar spinal motions. *Spine*. 2011;34(7):420-431.
- Pickar JG. Neurophysiological effects of vertebral manipulation. *The spine Journal* 2(2002):357-371.
- Piffer CR, Zorzetto NL. Microscopy anatomy of the vertebral artery in the suboccipital and intracranial segments. *Anat Anz*. 1980;147(4):382-388.
- Pilat A. *Terapias miofasciales: inducción miofascial*. 1ª ed. Madrid: McGraw-Hill; 2003.
- Pollanen MS, Deck JH, Boutilier L, Davidson G. Lesions of the tunica media in traumatic rupture of vertebral arteries: histologic and biochemical studies. *Can J Neurol Sci*. 1992;19(1):53-56.
- Prabhakar S, Bhatia R, Khandelwal N, Lal V, Das CP. Vertebral artery dissection due to indirect neck trauma: an underrecognized entity. *Neurol India*. 2001;49(4):384-390.
- Puentedura EJ, March J, Anders J, Perez A, Landers MR, Wallmann HW, Cleland JA. Safety of cervical spine manipulation: are adverse events preventable and are manipulations being performed appropriately? A review of 134 case reports. *J Man Manip Ther*. 2012 May; 20(2):66-74.
- Rafael Torres Cueco. *La columna cervical: Evaluación clínica y aproximaciones terapéuticas*. Tomo I. Editorial panamericana. 2008.
- Rafael Torres Cueco. *La columna cervical: Síndromes clínicos y su tratamiento manipulativo*. Tomo II. Editorial panamericana. 2008.
- Refshauge KM, Parry S, Shirley D, Larsen D, Rivett DA, Boland R. Professional responsibility in relation to cervical spine manipulation. *Aust J Physiother*. 2002;48(3):171-9; discussion 180-185.

- Refshauge KM. Rotation: A valid pre-manipulative dizziness test? Does it predict safe manipulation? *J Manip Physiol Ther* 1994; 17:15–19.
- Reynolds DV. Surgery in the rat during electrical analgesia induced by focal brain stimulation. *Science*. 1969;164:444-445.
- Ricard F. Tratamiento osteopático de las algias de origen cervical. Editorial Panamericana. Madrid 2008.
- Rivett DA, Sharples KJ, Milburn PD. Effect of premanipulative test on vertebral artery blood flow: a pilot study. *J Manipulative Physiol Ther*. 1999;22(6):368-375.
- Rivett DA. The vertebral artery and vertebrobasilar insufficiency. In: Boyling J, Jull G, eds. *Grieve's Modern Manual Therapy*. 3rd ed. Edinburgh, UK: Churchill Livingstone, 2005.
- Roques BP, Noble F, Fournie-Zaluski M-C. Endogenous opioid peptides and analgesia. En: Stein C, editor. *Opioids in pain control: Basic and clinical aspects*. Cambridge: Cambridge University Press;1999.
- Schep G, Bender MH, van de Tempel G, Wijn PF, de Vries WR, Eikelboom BC. Detection and treatment of claudication due to functional iliac obstruction in top endurance athletes; a prospective study. *Lancet*. 2002;359(9305):466-473.
- Schievink WI, Mokri B, Piepgras DG. Spontaneous dissections of cervicocephalic arteries in childhood and adolescence. *Neurology*. 1994;44(9):1607-1612.
- Schievink WI, Parisi JE, Piepgras DG, Michles VV. Intracranial aneurysms in Marfan's syndrome: an autopsy study. *Neurosurgery*. 1997;41(4):866-870; discussion 871.
- Schievink WI, Wijdicks EF, Michels VV, Vockley J, Godfrey M. Heritable connective tissue disorders in cervical artery dissections: a prospective study. *Neurology*. 1998;50(4):1166-1169.
- Schneider RC, Gosch HH, Taren JA, ferry DJ, Jr., Jerva MJ. Blood vessel trauma following head and neck injuries. *Clin Neurosurg*. 1972; 19:312-354.
- Schünke, Schulte, Shumacher, Voll, Wesker. *Prometheus Texto y atlas de anatomía*. Tomo II Cuello y órganos. Editorial Panamericana Madrid 2007.
- Schünke, Schulte, Shumacher, Voll, Wesker. *Prometheus Texto y atlas de anatomía*. Tomo I Anatomía general y aparato locomotor. Editorial Panamericana Madrid 2007.
- Scialfa G, Ruggiero G, Salamon G, Michotey P. Post mortem investigation of the vertebrabasilar system. *Acta Radiol Suppl*. 1976; 347:259-269.
- Sidney M. Rubinstein, Scott Haldeman, Maurits W. van Tulder. An etiologic model to help explain the pathogenesis of cervical artery dissection: Implications for cervical manipulation, *Journal of manipulative and physiological therapeutics* May 2006. Vol 29(4);336-338.
- Sheenan S, Bauier R, Meyer J. vertebral artery compressions in cervical spondylosis. *Neurology*. 1969; 10:968.
- Sherman DG, Hart RG, Easton JD. Abrupt change in head position and cerebral infarction. *Stroke*. 1981;12(1):2-6.

- Sim E, Schwarz N, Biowski-Fasching I, Biowski P. Color-coded Duplex sonography of vertebral arteries. 11 cases of blunt cervical spine injury. *Acta Orthop Scand*. 1993;64(2):133-137.
- Sim E, Vaccaro AR, Berzlanovich A, Pienaar S. The effects of staged static cervical flexion-distraction deformities on the patency of the vertebral arterial vasculature. *Spine*. 2000;25(17):2180-2186.
- Smith RA, Estridge MN. Neurologic complications of head and neck manipulations. *JAMA*. 1962; 182:528-531.
- Stevinson C, Ernest E. Risks associated with spinal manipulation. *Am J Med*. 2002; 112(7):566-571.
- Symons BP, Leonard T, Herzog W. Internal forces sustained by the vertebral artery during spinal manipulative therapy. *J Manipulative Physiol Ther*. 2002;25(8):504-510.
- Tarang N. Sheth, MD; James L. Winslow, PhD; David J. Mikulis, MD. Changements au cours de la rotation cervicale de la morphologie des artères vertébrales sur un site commun de dissections artérielles, *Can Assoc Radiol J* 2001;52(4):236-241.
- Terramonsi, JF. *Ostéopathie structurale : Lésion structurée; Concepts structurants*. 1<sup>re</sup>ed. Ed. Gépro. 2013.
- Terret AGJ. Vertebrobasilar stroke following spinal manipulation therapy. En: Murphy D, editor. *Conservative management of cervical spine syndromes*. Nueva York: McGraw-Hill; 2000.
- Terret AJC, Vernon HT. Manipulation and pain tolerance: a controlled study of the effect of spinal manipulation on paraspinal cutaneous pain tolerance levels. *Am J Phys Med*. 1984; 63:217-225.
- Thiel H, Wallace K, Donat J, Yong-Hing K. Effect of various head and neck positions on vertebral artery blood flow. *Clin Biomech* 1994; 9:105–110.
- Vaccarino AL, Kastin AJ. Endogenous opiates: 2000. *Peptides*. 2001; 22:2257-2328.
- Vaccaro AR, Klein GR, Flanders AE, Albert TJ, Balderston RA, Cotler JM. Long-term evaluation of vertebral artery injuries following cervical spine trauma using magnetic resonance angiography. *Spine*. 1998;28(7):789-794; discussion 795.
- Vernon HT, Dhamsi MS, Howley TP, Annett R. Spinal manipulation and beta-endorphin: a controlled study of the effect of as spinal manipulation on plasma beta-endorphin levels in normal males, *J Manipulative Physiol Ther*. 1986; 9:115-123.
- Vicenzino B, Collins D, Benson H, Wright A. An investigation of the interrelationship between manipulative therapy-induced hypoalgesia and sympathoexcitation, *J Manipulative Physiol Ther*. 1998;21(7):448-453.
- Vicenzino B, Collins D, Cartwright T, Wright A. Cardiovascular and respiratory changes produced by lateral glide mobilization of the cervical spine. *Man Ther*. 1998; 3:67-71.
- Vicenzino B, Collins D, Wright A. Sudomotor changes induced by neural mobilization techniques in asymptomatic subjects. *J Manipulative Ther*. 1994; 2:66-74.

- Vicenzino B, Gutschalag F, Collins D, Wright A. An investigation of the effects of spinal manual therapy on forequarter pressure and thermal pain thresholds and sympathetic nervous system activity in asymptomatic subjects. En: Shacklock M, editor. *Moving in on pain*. Adelaida: Butterworth Heinemann; 1995;185-193.
- Vickers A, Zollman C. ABC of complementary medicine. The manipulative therapies: osteopathy and chiropractic. *BMJ*. 1999;319(7218):1276-1279.
- Weintraub MI, Houry A. Critical neck position as an independent risk factor for posterior circulation stroke. A magnetic resonance angiographic analysis. *J Neuroimaging*. 1995;5(1):16-22.
- Werner Platzer. *Pernkopf Anatomía 3ª edición*, editorial Marban. Madrid 1995.
- White AA, Panjabi MM. *Clinical biomechanics of the spine*. 2ª ed. Filadelfia: Lippincott Williams & Wilkins; 1990.
- Win NN, Jorgensen AMS, Chen YS, Haneline MT. Effects of upper and lower cervical spinal manipulative therapy on blood pressure and heart rate variability in volunteers and patients with neck pain: a randomized controlled, cross-over, preliminary study. *J Chiropr Med*. 2015;14(1):1-9.
- Wright A, Vicenzino B. Central mobilization techniques, sympathetic nervous system effects and their relationship to analgesia. En: Shacklock M, editor. *Moving in on pain*. Adelaida: Butterworth Heinemann; 1995; 164-173.
- Wright A. Hypoalgesia post manipulative therapy. *Man Ther*. 1995; 1:11-16.
- Wyke Bd. *Articular Neurology and manipulative therapy*. En: Glasgow EF, Editor. *Aspects of manipulative therapy*. Edimburg: Churchill Livingstone; 1985;2-77.
- Yeziarski RP. Somatosensory input to the periaqueductal gray: a spinal relay to a descending control center. En: Depaulis A, Bandler R, editors. *The main brain periaqueductal gray matter: Functional, anatomical and neurochemical organization*. Londres: Plenum Press; 1991.365-386.
- Youl Bd, Coutellier A, Dubois B, Leger JM, Bousser MG. Three cases of spontaneous extracranial vertebral artery dissection. *Stroke*. 1990;21(4):618-625.
- Zaina C, Grant R, Johnson C, Dansie B, Taylor J, Spyropolous P. The effect of cervical rotation on blood flow in the contralateral vertebral artery. *Man Ther* 2003; 8:103-109.
- Zetterling M, Carlstrom C, Konrad P. Internal carotid artery dissection. *Acta Neurol Scand* 2000; 101:1-7.
- Zusman M, Edwards B, Donaghy A. Investigation of a proposed mechanism for the relief of spinal pain with passive joint movement. *J Man Med*. 1989; 44:58-61.
- Zwiebel WJ. *Ultrasonografía vascular*. 4ª ed. Madrid, 2002.
- Zwiebel WJ, Pellerito JS. *Doppler general*. 5ªed. Madrid 2008

## **9. ANEXOS**





## 9.1 ANEXO 1. Metodología para la aplicación de la TMTH S-I

Según estudios realizados, los factores de riesgo que se relacionan con la práctica manipulativa son: exceso de fuerza, exceso de velocidad, tracción y exceso de rotación (35-45°) y extensión. Según el modelo que propongo de TMTH S-I, estos factores se reducen al mínimo con el objetivo de respetar la posible integridad de la AV.

### Aspectos iniciales

Existen 2 aspectos a destacar en la correcta realización de la TMTH S-I:

- **Superficie de trabajo (camilla):** debe ser estrecha (60 cm es lo ideal) y regulable en altura (debe descender hasta la altura de la tuberosidad tibial anterior del terapeuta).
- **Utilización de brazos de palanca y tensión:** no hacer uso de ellos para, como se ha dicho anteriormente, no solicitar en exceso los tejidos articulares alejados del segmento a tratar. Se debe evitar todo tipo de tensión añadida a segmentos vecinos, es necesario centrar únicamente la manipulación en el tejido afectado.

## Posición

Decúbito supino, con la cabeza lo más cerca posible del borde superior de la camilla, el occipital debe estar en el borde de la camilla.



**FOTO 1.** Metodología TMTH, posición adecuada.

## Posición del/la terapeuta

El/la terapeuta coloca sus apoyos formando un ángulo de  $90^\circ$  con respecto a la camilla situándose del lado de la articulación a tratar. Debido a que la manipulación ha de hacerse perpendicular a las carillas articulares, el plano de trabajo debe tener en cuenta la posición de las mismas ( $45^\circ$  en C3-C4).



**FOTO 2.** Metodología TMTH, posición del/la terapeuta.

## Puntos de apoyo

**1º apoyo:** se sitúa en la pierna derecha tras adoptar la posición correcta de los pies del/la terapeuta cerca de la camilla. El primer apoyo sale del apoyo de la cara interna de la rodilla derecha que, tras realizar una flexión, se apoya en el borde de la camilla.



**FOTO 3.** Metodología TMTH, 1<sup>er</sup> punto de apoyo.



**2º apoyo:** se sitúa en la pierna izquierda. La pierna izquierda realiza una flexión en el mismo instante que la pierna caudal. Como la pierna izquierda no dispone de un límite (la camilla) como en el caso de la pierna derecha, su flexión crea un desplazamiento del cuerpo en dirección a esa pierna, el cual, con una inclinación del lado de la derecha busca apoyar el codo en la cara superior de la rodilla. Es importante que el izquierdo del/la terapeuta finalice en el mismo eje que la columna del/la participante.



**FOTO 4.** Metodología TMT, 2º punto de apoyo.

**3º apoyo:** se encuentra en la mano izquierda donde se realiza la toma de contacto con la cabeza del/la participante. Tras finalizar el paso anterior, se le pide que ascienda por la camilla hasta que su cabeza se encuentre fuera del límite superior de la camilla. Una vez la cabeza del/la participante se encuentre en esta posición, el terapeuta la coge apareciendo de esta forma el 3º punto de apoyo para la manipulación. La mano debe colocarse en el área temporal contralateral del/la participante.

El/la terapeuta debe mantener una postura cómoda, la espalda debe permanecer recta al igual que la cabeza y por tanto la espalda estar en un plano completamente perpendicular al/la participante.



**FOTO 5.** Metodología TMTH, 3<sup>er</sup> punto de apoyo.

**4º apoyo:** se encuentra en la mano derecha, donde se realiza la toma de contacto con la articulación a tratar (contratoma). Este contacto será el verdadero 3º punto de apoyo más adelante. Aspectos importantes a tener en cuenta:

- **Articulación a manipular, localización:** C3-C4. Se seguirá como referencia la apófisis mastoides para localizar bajo ésta el macizo lateral de C1. Bajo el macizo lateral de C1 y posterior, se localiza el macizo de C2. La estructura ósea que se palpa inferiormente al macizo de C2 es el macizo de C3.



**FOTO 6.** Metodología TMTH, localización de C2.



- **El contacto con el pulgar:** una vez localizado el nivel a manipular (C3), ha de colocarse el dedo pulgar. En este momento, dependiendo de dos aspectos (dimensiones de la mano y la apertura posible del primer espacio interdigital) se pueden dar dos lugares de apoyo:



**FOTO 7.** Metodología TMTH, 1<sup>er</sup> apoyo, cigomático.





**FOTO 8.** Metodología TMTM, 2º apoyo, pilar craneal anterior.

### **C3, localización**

3 fases:

- **Contacto con C3:** a través de las referencias mencionadas en la descripción del 4º apoyo, se debe colocar la cara radial del dedo índice hasta que el primer espacio interdigital tome contacto con el conjunto cervical.
- **Colocación de la interfalángica:** debemos situar el punto de apoyo con el que se realizará la manipulación en el nivel C3. Este punto de apoyo se realizará con la interfalángica del dedo índice.



FOTO 9. Metodología TMTH, contacto con C3.

- **Recuperación de la posición neutra:** tras contactar con C3 a través del apoyo de la interfalángica (para lo cual se debe realizar una ligera rotación contralateral y así disponer del espacio suficiente), se debe retroceder hasta que la mirada del/la participante se dirija hacia el techo.

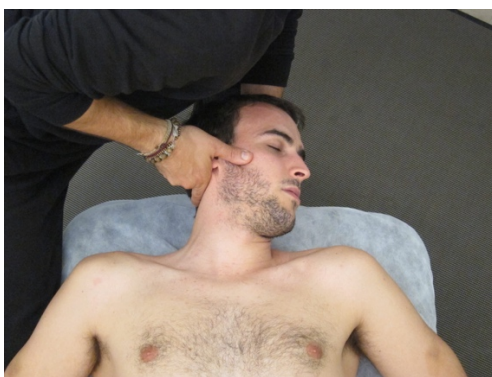


FOTO 10 y 11. Metodología TMTH, recuperación de la posición neutra.

Una vez adoptada la nueva posición, el antebrazo del/la terapeuta debe quedar alineado con el pulgar, y el hombro debe quedar sobre la vertical de la cabeza del/la participante. El apoyo sobre C3 no debe variar durante todo este proceso.

### **C3, aproximación al contacto final**

Es en este paso donde se decide introducir o no el parámetro de inclinación; en este planteamiento de manipulación no se introduce.

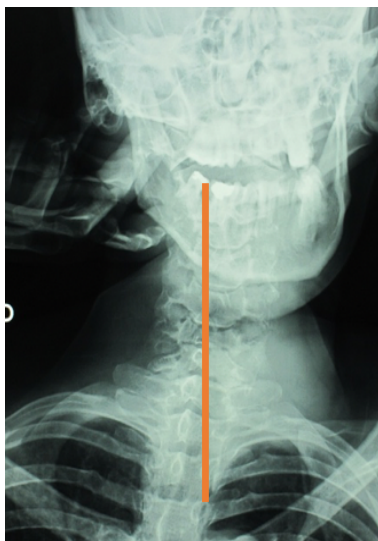
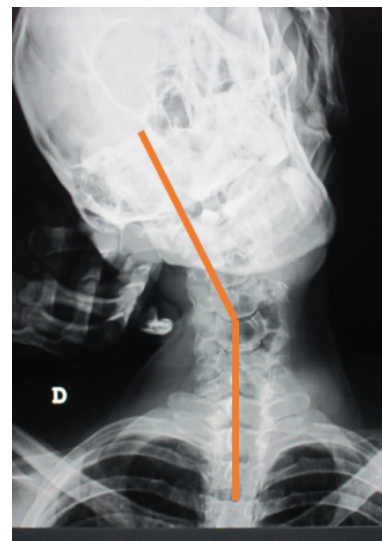
Se deben realizar **dos pasos**:

**1<sup>er</sup> paso:** flexión de la articulación carpometacarpiana: en este caso, a nivel de la mano izquierda. Se debe tratar de realizar un movimiento de traslación de entre 8 a 10°. No se trata de un movimiento de inclinación cervical. Este movimiento es quizá el movimiento más importante de la TMTH S-I.



**FOTO 12a y FOTO 12b.** Metodología TMTH, progresión hacia la flexión art. carpometacarpiana.

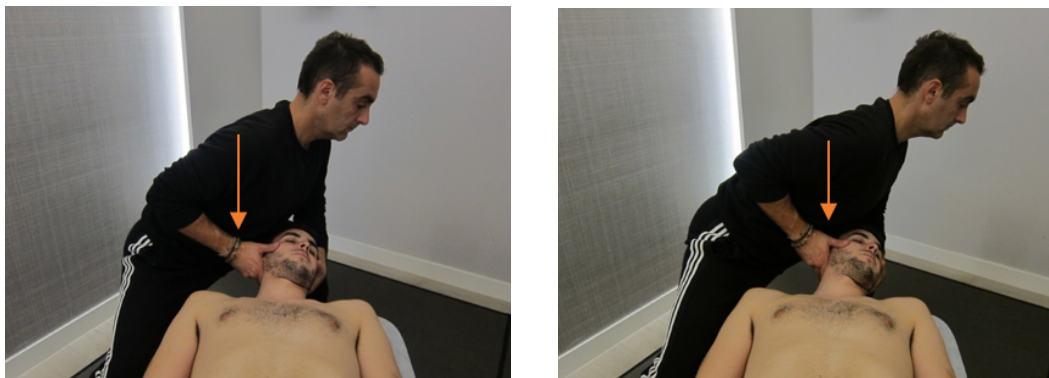
El objetivo de este movimiento es provocar una ligera apertura de las facetas articulares de C3. Las técnicas TMT S+I no realizan este movimiento, siendo sustituido por el parámetro de inclinación, lo cual causa un bloqueo articular homolateral.

**TMTH S-I****TMTH S+I****FOTO 13 y 14. TMTH S-I y TMTH S+I.****TMTH S-I****TMTH S+I****FOTO 14 y 15. Imagen radiográfica de la TMTH S-I y de la TMTH S+I.**



En la TMTH S-I es fundamental no introducir el parámetro de inclinación, así como alinear la cabeza con el eje de la columna durante la aplicación de la técnica. De esta forma, es seguro que se realizará una rotación dentro de los límites fisiológicos, la cual estará acoplada al movimiento de flexión pertinente.

**2º paso:** desplazamiento del cuerpo del/la terapeuta, debe realizarse un desplazamiento anterior de nuestro centro de gravedad, lo necesario para percibir el contacto de la interfalángica con C3. Este movimiento se conoce en terapia manipulativa como romper la línea articular de reposo



**FOTO 16.** *Desplazamiento del centro de gravedad.*

### **Juego articular disponible (Slack)**

Para ello, con la mano inferior (anteriormente mano izquierda) se realiza un movimiento de supinación. La mano superior (anteriormente mano derecha) debe percibir el juego articular disponible. Esto es así debido a que el CIR de la articulación a tratar se encuentra en ese momento en ese lugar, ya que el CIR lo marca el tejido fijado o en lesión.



**FOTO 17.** *Slack.*

## Thrust

Tras reducir el slack y comprobar de esta manera tanto el juego articular disponible como el lugar donde se encuentra el punto de restricción del tejido afectado, es el momento de la realización del thrust. El thrust se realiza en rotación sobre el CIR, sin sobrepasar la barrera tisular localizada en la determinación del slack. Sin introducir el gesto en parámetros no fisiológicos. **Debemos recordar que el parámetro de rotación no debe superar los 45°, estableciendo un rango de manipulativo de entre 35°-45°. Así mismo, no utilizaremos en ningún momento el parámetro de extensión cervical debiendo mantener la posición inicial en todo momento.**

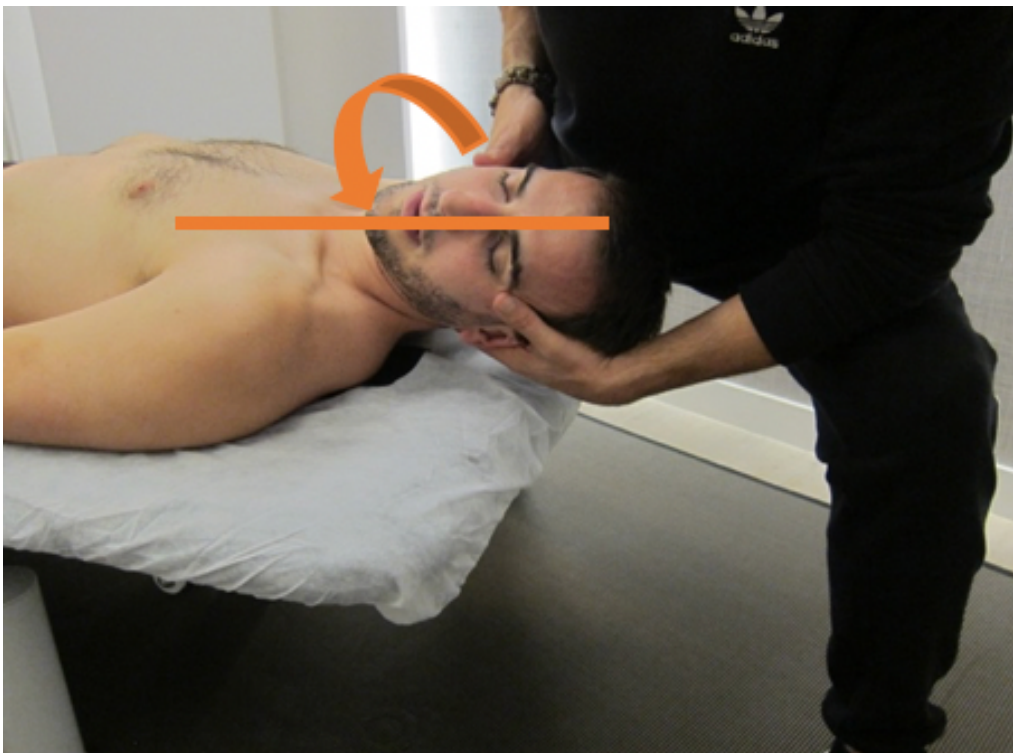


FOTO 17. *Thrust.*

## **9.2 ANEXO 2. Características clínicas de la IVB**

- Alteraciones visuales (diplopía unilateral o bilateral, nistagmo)
- Cefaleas
- Mareos
- Vértigo
- Alteración de la coordinación
- Parestesias en extremidades superiores y/o cara
- Náuseas
- Vómitos
- Dificultad en el habla
- Alteraciones musculares (falta de coordinación, astenia)



### 9.3 ANEXO 3. Test pre-manipulativos para la IVB

Los test para la detección de IVB comprenden:

#### **Anamnesis**

Tiene como objetivo determinar en qué casos se puede realizar o no una técnica manipulativa, determinando las situaciones favorables o desfavorables para su práctica.

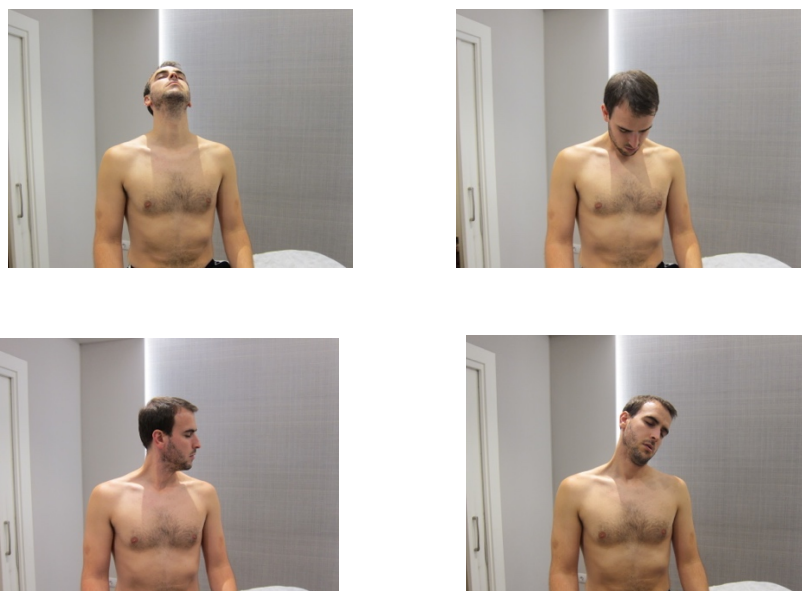
- a. Historia clínica en búsqueda de datos que indique IVB.
- b. Signos propios de disección arterial.
- c. Signos o síntomas de una posible isquemia cerebral.
- d. Estenosis de la AVs, arterioesclerosis y cambios articulares hipertróficos degenerativos.
- e. Traumatismos.
- f. Mal estado general, fiebre o infecciones respiratorias.
- g. Tratamientos anteriores y su efecto en los síntomas propios

Una vez recabada la información anterior y en caso de que no muestre ningún indicio de IVB, es prudente la realización de los test funcionales. Cualquier signo o síntoma relacionado con una IVB es una contraindicación absoluta para la realización de los test funcionales.

## Exploración física

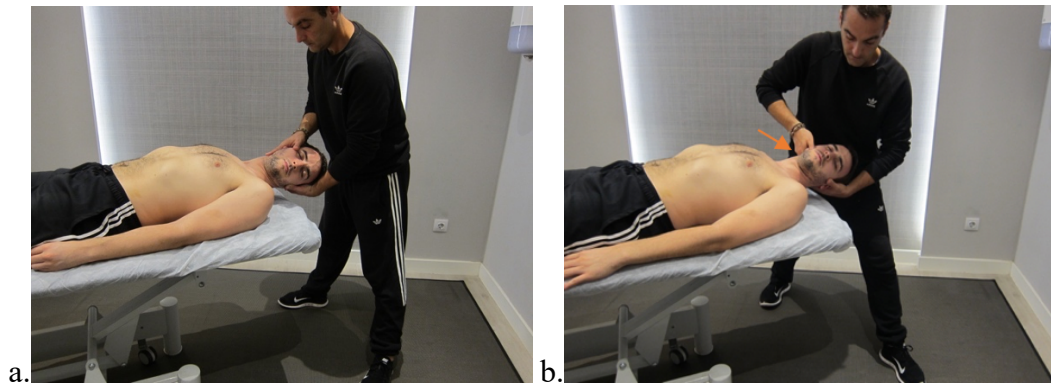
Dentro de las guías para evaluar el estado funcional de las AVs, existen diferentes protocolos y diferentes revisiones (*Magarey y cols., 2000; Gross y cols., 2002; Barker y cols., 2004*). Dicha valoración funcional debe ser hecha en todo paciente que presente alteración de la columna cervical y en el que se pretenda realizar una técnica manipulativa. Se debe recordar que los test pre-manipulativos no generan las mismas fuerzas que una técnica manipulativa, de ahí que se contemple que una arteria que no genere síntomas durante la realización de los test funcionales, no quiere decir que sea capaz de soportar una técnica manipulativa y las fuerzas que en ella se generan y debe soportar. Los test funcionales pretenden valorar la capacidad de flujo contralateral (*Rivett DA, 2005*).

**Test iniciales:** movimientos fisiológicos de la región cervical, realizados por el paciente en sedestación en los tres planos.



**Foto 1.** Movimientos fisiológicos activos en flexión, extensión, inclinación y rotación.

**Test funcionales:** rotación cervical máxima llevada de manera progresiva y posicionamiento simulado. Las posiciones solicitadas e impuestas se deben mantener durante diez segundos, excepto en aquellas situaciones donde aparezcan síntomas antes de los diez segundos hay que estar atentos ante la aparición de nistagmo. Después de realizar cada uno de los test funcionales, se recomienda esperar un mínimo de diez segundos, debido a que en ocasiones pueden aparecer síntomas tardíos tras la vuelta a la posición neutra.



**Foto 2a.** Test funcional de rotación máxima cervical. **Foto 2b.** Test funcional de una simulación de puesta en tensión.

**Test adicionales:** en caso de que los test funcionales anteriores fuesen negativos, se puede realizar una rotación máxima asociada a extensión, provocada de manera progresiva y mantenida diez segundos. Así mismo, se puede incluir la realización del test de Hautard (*Coman y cols., 1986*), el cual consiste en solicitar al/la paciente que mantenga con los ojos cerrados una posición de flexión de codos con una supinación de ambos antebrazos, en caso de ser capaz de mantener dicha posición, se le pide que realice de manera progresiva una rotación (bilateral) comprobando la posibilidad de continuar con la misma posición simétrica de las extremidades superiores. Este test pretende evaluar la integridad de la vascularización de la fosa posterior (afectación cerebelosa).



a.



b.



c.

**Foto 3a.** Test funcional de rotación máxima asociada a extensión cervical. **Fotos 3b y 3c.** Test funcional de Hautard.

En función de los estudios y conocimientos que se tienen hoy en día que relacionan la IVB y la técnica manipulativa, no es posible detectar todas las personas con riesgo de IVB y/o de accidente cerebrovascular por manipulación, además de que los test funcionales no aportan datos objetivos que puedan evitar estas situaciones tan peligrosas. A pesar de ello, aunque la realización de los test no sea un acto que garantice un cribado eficaz de situaciones que contraindiquen una técnica manipulativa (*Refshaug KM y cols., 2002*), no se considera recomendable desechar su uso, debido a que en algún momento pueden detectar a una persona con una AV afectada y/o insuficiente.

Con el objetivo de minimizar dichas situaciones, se considera insuficiente evitar técnicas que puedan ser peligrosas, ya que también es necesario como requisito añadido poseer una muy buena técnica manipulativa y un conocimiento semiológico que contraindique dichas técnicas.

#### 9.4 ANEXO 4. Bibliografía en relación a IVB y TMTH

- En la literatura publicada desde los años 90, se observa un incremento de las lesiones en la AV en relación con la aplicación de las TMTH (*Prabhakar y cols., 2001*).
- Según la Australian Physiotherapy association (*Zaina y cols., 2003*), todas aquellas pruebas o test pre-manipulativos deben tener presente el parámetro de rotación mantenida.
- Así mismo, estas pruebas o test funcionales deben realizar dichas maniobras durante un determinado tiempo siendo un procedimiento pasivo mantenido y contemplar la posibilidad de clínica en el/la participante tras su realización en la vuelta a la posición neutra (*Zaina y cols., 2003*).
- Existe controversia acerca de la influencia del parámetro de rotación en el flujo de la AV (*Haynes y cols., 2001; Halderman y cols., 2002*).
- Existe una elevada problemática a la hora de localizar a los pacientes con riesgo de lesión en la AV (*Haneline y cols., 2005*).
- Una AV sin problemas está exenta de lesión siempre y cuando la TMTH se realice según parámetros fisiológicos (*Beletsky y cols., 2003; Chuang y cols., 2006*).
- Son escasos los estudio que miden el flujo sanguíneo del segmento V4 de la AV (*Di Fabio RP, 1999; Lorenz MW, 2006;*).
- Estudios realizados demuestran la presencia de aterosclerosis en la AV (*Biousse y cols., 1994*). Su incidencia es mayor en la bifurcación de la arteria carótida (*Zetterling y cols., 2000*).

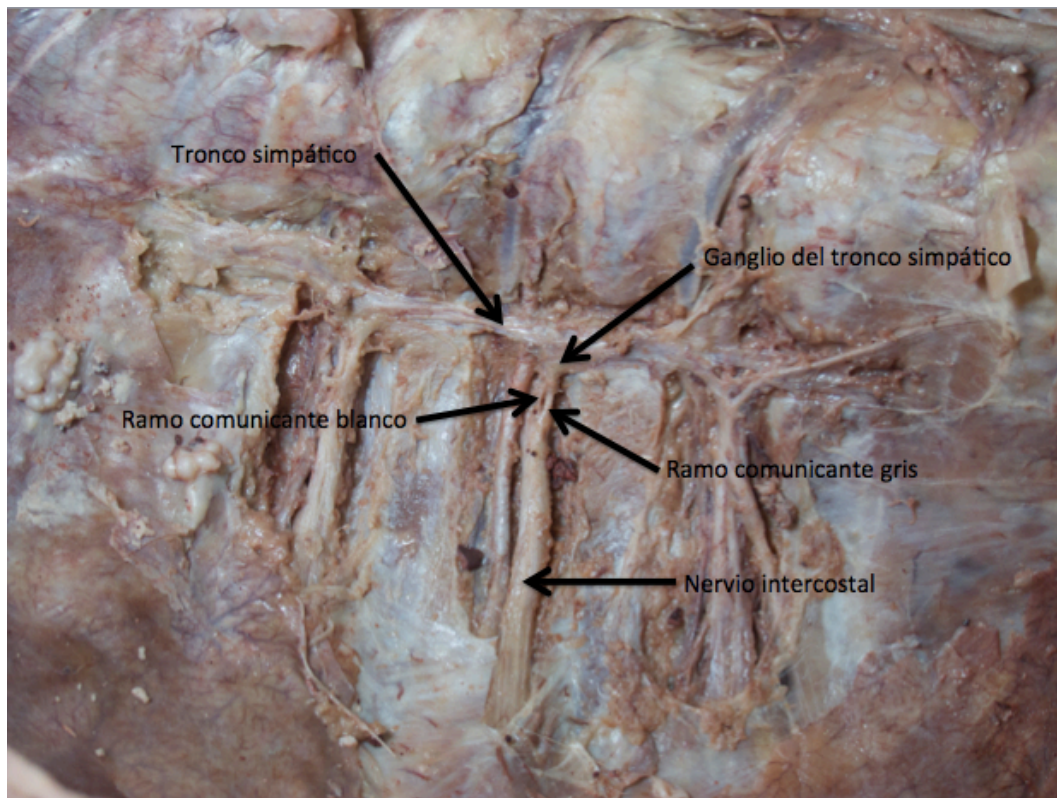
- Según la evidencia actual, el flujo sanguíneo de la AV se ve alterado en mayor grado durante el mantenimiento manual pasivo de una posición en comparación al thrust (*Arnold y cols., 2005*).

## 9.5 ANEXO 5. SNA y AV

El ganglio cervicotorácico o estrellado del SNA es el responsable de emitir ramas para la AV. Se relaciona tanto con la AV como con la arteria basilar y las ramas que de ella emergen, así como con la arteria cerebral posterior; en ese punto se une al plexo procedente de la arteria carótida común. Existe también relación entre el tiroides y el ganglio estrellado. Este plexo de la AV es considerado por muchos autores la principal relación intracraneal del SNA a nivel del sistema simpático.

El sistema preganglionar de la cabeza y el cuello emerge de la médula espinal a través de los 5 primeros nervios espinales. Según los estudios realizados por Kuchera, se relacionan a su vez con los nervios cervicales C1 a C5, con las glándulas sudoríparas de cara y cuello, glándulas salivales, pupila, musculatura ciliar de la órbita, así como con el musculo orbitario y musculatura no estriada de los párpados.





**FOTO 1.** *Dissección cadavérica del sistema nervioso simpático realizada por el autor de la Tesis Doctoral.*

## **9.6 ANEXO 6. Formulario informativo para el/la participante y consentimiento informado**

Nombre del/la participante en el estudio:

.....

**Título:** Relación entre diámetro arterial vertebral igual o menor de 3 mm y la reducción de su flujo sanguíneo durante la manipulación osteopática cervical que incluye el parámetro de inclinación.

**Diseño:** descriptivo, transversal y de investigación aplicada de campo.

### **Participación en el estudio**

Su participación en este estudio es totalmente voluntaria y si durante el transcurso del estudio usted decide retirarse, puede hacerlo libremente en el momento en que lo considere oportuno, sin ninguna necesidad de dar explicaciones y sin que por este hecho deba verse alterada su relación con el investigador principal del estudio.

### **Confidencialidad de los datos**

Los resultados de las diversas pruebas realizadas, así como toda la documentación referente a su persona son anónimas y únicamente estarán a disposición del investigador principal, todas las medidas de seguridad necesarias para que su participación en el estudio no sea identificada y las medidas de confidencialidad en todos los casos serán completas, de acuerdo con la Ley

Orgánica sobre protección de datos de carácter personal (Ley 15/1999 de 13 de diciembre).

### **Publicación de los resultados**

El promotor del estudio reconoce la importancia y trascendencia del estudio, por tanto, está dispuesto a publicar los resultados en una revista, publicación o reunión científica a determinar en el momento oportuno y de común acuerdo con los investigadores. Si usted lo desea, el investigador responsable del estudio, podrá informarle de los resultados, así como de cualquier otro dato relevante que se conozca durante el estudio.

### **Investigador/a responsable del estudio**

El Sr. Oscar Atillo Taibo, en calidad de investigador responsable del estudio o, en su caso un/a investigador/a colaborador/a designado/da directamente por él, es la persona que le ha informado sobre los diferentes aspectos del estudio. Si usted desea formular cualquier pregunta sobre lo que se le ha expuesto o si desea alguna aclaración de cualquier duda, puede manifestárselo en cualquier momento. Si usted decide participar en este estudio, debe hacerlo otorgando su consentimiento con total libertad. Los promotores del estudio y el investigador principal le agradecen su inestimable colaboración.

**Firmado:**

**Nombre y apellidos del/ la participante**

D.N.I.:

Edad:

Fecha:

## **CONTRAINDICACIONES GENERALES**

### **A) Absolutas.**

- Los tumores malignos.
- Cardiopatías descompensadas, endocarditis activas, hemopatías, tuberculosis.
- Bronquitis crónica descompensada.
- Trombosis o hemorragias activas.
- Marcapasos y/o dispositivos intracardiacos.

### **B) Relativas.**

- Derrame sinovial, hemartros y heridas recientes de partes blandas (para la cinesiterapia pasiva y termoterapia).
- Artritis infecciosa.
- Dermatología: micosis y dermatitis piógena.
- Epilépticos no controlados y síndromes coréicos.
- Cualquier herida abierta, en la zona a tratar.
- Hipertensión arterial y varices sin control.

- Enfermedades agudas con fiebre.
- Estados febriles y/o de debilidad extrema.
- Enfermos terminales.
- Incontinencia de esfínteres.
- Enfermedades de la piel en el caso de aguas sulfatadas.
- Implantes metálicos internos como endoprótesis, material de osteosíntesis.
- Alteraciones de la sensibilidad.

### **EXPLORACION A REALIZAR**

La exploración que se realizará, trata sobre la relación entre diámetro arterial vertebral igual o menor de 3 mm y la reducción de su flujo sanguíneo durante la manipulación osteopática cervical que incluye el parámetro de inclinación.

Mediante ecógrafo, se detectarán tanto parámetros de diámetro, como de flujo e índice de resistencia, todo ello bilateralmente. Únicamente se colocará al participante en posición pre-manipulativa, nunca se realizará el thrust ni ninguna otra técnica manipulativa.

### **MÉDICO ECOGRAFISTA**

Dr. Dn. Jose Luis de Cura, Médico radiólogo, declaro haber facilitado al/la participante y/o persona autorizada, toda la información necesaria para la realización de la exploración explicita en el presente documentos y declaro haber confirmado, inmediatamente antes de la aplicación de la técnica, que el paciente

no incurre en ninguno de los casos contraindicación relacionados anteriormente, así como haber tomado todas las precauciones necesarias para que la aplicación de los tratamientos sea correcta.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Firma

**INVESTIGADOR PRINCIPAL**

Dn. Oscar Atillo Taibo, doctorando en Neurociencias de la UPV/EHU declaro haber facilitado al/la participante y/o persona autorizada, toda la información necesaria para la realización de la exploración explícita en el presente documentos y declaro haber confirmado, inmediatamente antes de la aplicación de la técnica, que el paciente no incurre en ninguno de los casos contraindicación relacionados anteriormente, así como haber tomado todas las precauciones necesarias para que la aplicación de los tratamientos sea correcta.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Firma

Yo,.....  
 .....,con D.N.I. nº....., me declaro mayor de 18 años y declaro que he sido informado/a de manera amplia y satisfactoria, de manera oral y he leído el documento llamado “Hoja de información al participante”, he entendido y estoy de acuerdo con las explicaciones del procedimiento, y que esta información ha sido realizada. He tenido la oportunidad de hacer todas las preguntas que he deseado sobre el estudio. He hablado de ello con: (Nombre del/de la investigador/a que ha dado la información)  
 .....

Comprendo que mi participación es en todo momento voluntaria.  
 Comprendo que puedo retirarme del estudio: 1º En el momento en que así lo quiera, 2º Sin tener que dar ninguna explicación, y 3º Sin que este hecho tenga que

repercutir en mi relación con los/las investigadores/as ni promotores del estudio.

Así pues, presto libremente mi conformidad para participar en este estudio.

**Nombre y apellidos del/de la participante:**

D.N.I.:

Edad:

Fecha:

Firma:

**Investigador/a principal:**

DNI:

Fecha:

Firma:



## 9.7 ANEXO 7. Documentación

### M10 - Memoria para el CEISH: proyecto de investigación con seres humanos

NoRefCEID: M10/2015/108

DATOS DEL/LA SOLICITANTE	
<b>Primer apellido</b> Atillo	<b>Segundo apellido</b> Taibo
<b>Nombre</b> Oscar	<b>DNI/NIF</b> 44978988G
<b>Telefono</b> 649948681	<b>E-mail</b> atillotaibo@gmail.com
<b>Departamento</b> Neurociencias	<b>Área</b> Fisioterapia
<b>Centro</b> F. Medicina y Odontología	<b>Campus</b> Bizkaia

DATOS GENERALES	
<b>Título del proyecto</b>	
<i>Relación entre diámetro arterial vertebral igual o menor de 3mm y la reducción de su flujo sanguíneo durante la manipulación osteopática cervical</i>	
<i>Que incluye el parámetro de inclinación.</i>	
<b>Tipo de actividad</b>	Proyecto de investigación



**DE: DR. ANTONIO ESCOBAR MARTINEZ  
SECRETARIO DEL CEIC H.U. BASURTO**

**A: D. OSCAR ATILLO TAIBO  
OTORRINOLARINGOLOGIA**

**Bilbao, 21 se septiembre de 2015**

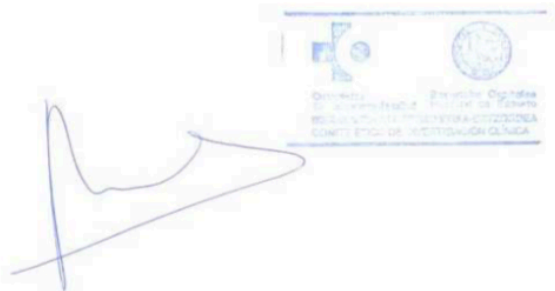
Estimado Sr. Atillo :

Le comunicamos que en la reunión del Comité Ético de Investigación Clínica (CEIC) celebrada el día **16 de septiembre de 2015**, fue aprobado para su realización:

**"Relación entre diámetro arterial vertebral igual o menor de 3mm y la reducción de su flujo sanguíneo durante la manipulación osteopática cervical que incluye el parámetro de inclinación"**

**INVESTIGADOR PRINCIPAL: OSCAR ATILLO TAIBO (UPV)  
CON LA COLABORACION DEL SERVICIO DE RADIOLOGIA INTERVENCIONISTA  
-OSI BILBAO BASURTO**

### **INFORME FAVORABLE**




Atentamente

**Fdo.: Dr. Antonio Escobar Martinez  
SECRETARIO  
CEIC HOSPITAL UNIVERSITARIO BASURTO  
OSI BILBAO BASURTO**

Por la presente confirmamos que el Servicio de Radiodiagnóstico de Basurto colabora en el proyecto de investigación "Relación entre diámetro arterial vertebral igual o menor de 3mm y la reducción de su flujo sanguíneo durante la manipulación osteopática cervical que incluye el parámetro de inclinación" cuyo investigador principal es Oscar Atilio Taibo de la UPV-EHU.  
En dicho proyecto este servicio colaborará con la aportación de imágenes anonimizadas de los voluntarios explorados mediante ecografía Doppler y los siguientes datos de los mismos:

1. Diametro arterial vertebral bilateral
2. Flujo sanguineo
3. Edad del voluntario
4. Sexo del voluntario

En Bilbao a 13 de Octubre de 2015



Fdo. Domingo Grande Icaran  
Jefe de Servicio de Radiodiagnóstico