

Development of innovative training solutions in the field of functional evaluation aimed at updating of the curricula of health sciences schools



MODUL BIOMECHANIK DER WIRBELSÄULE

Didaktische Einheit C: WIE UNTERSUCHE ICH DIE WIRBELSÄULE?

C.1. Welche Methoden kann ich anwenden, um die Funktion der Wirbelsäule angemessen zu beurteilen?

Teil II: Funktionsmessung an der Wirbelsäule: am weitesten verbreitete Geräte & klinische Skalen



Index

1. ZIELE2	
2. FUNKTIONSMESSUNG AN DER WIRBELSÄULE: DIE AM WEITESTEN VERBREITETEN GERÄTE	3
2.1. Kinematische Parameter messen	3
Goniometrie	3
Elektrogoniometrie.....	7
Neigungsmessung.....	7
Andere Methoden: Photogrammetrie	12
Andere Methoden: MCU-System (MCU (Multi Cervical Unit)	14
Tabelle 1. Whole Body Impairment (WBI) nach dem "Range of Motion Model" der AMA für die Halswirbelsäule1	15
Tabelle 2. Whole Body Impairment (WBI) nach dem "Range of Motion Model" der AMA für die dorsale Wirbelsäule1.....	15
Tabelle 3. Whole Body Impairment (WBI) nach dem "Range of Motion Model" der AMA für die Halswirbelsäule1	16
2.2. Messung kinetischer und physiologischer Parameter	16
Dynamometrische Plattformen	16
Dynamometrische Systeme	16
Oberflächen-Elektromyographie.....	18
3. FUNKTIONSMESSUNG AN DER WIRBELSÄULE: KLINISCHE SKALEN	20
3.1. Halswirbelsäule	20
3.2. Lendenwirbelsäule	20
4. WICHTIGE IDEEN	21
5. REFERENZEN	22

1. Ziele

- Erlernen der Methodik zur Bewertung der Wirbelsäulenmobilität mit verschiedenen Instrumenten, wobei der Schwerpunkt auf der Verwendung eines klassischen Goniometers und eines manuellen Inklinometers liegt.
- Erlernen des Bewertungssystems für Beeinträchtigungen der American Medical Association, das auf dem Verlust der Mobilität für das bewertete Segment basiert.
- Um mehr über andere Instrumente zu erfahren, die zur Messung von Bewegung, Kraft und Muskelaktivität in der Wirbelsäule verwendet werden können.

2. Funktionsmessung an der Wirbelsäule: die am weitesten verbreiteten Geräte

2.1. Kinematische Parameter messen

Goniometrie

Klassische Goniometer bestehen aus zwei beweglichen Armen, die um einen gemeinsamen Drehpunkt gelenkig gelagert sind. Die Methode, sie zu verwenden, ist bei der Messung der Wirbelsäulenmobilität akzeptiert und weit verbreitet und gibt den Winkel für jeden Bewegungsbogen an. Die einzige Ausnahme ist die dorsale Mobilität und insbesondere die thorakal-lumbale Rotation, für die es nicht geeignet ist, das klassische Goniometer für Messungen zu verwenden¹.

Messung der zervikalen Mobilität mit einem klassischen Goniometer²

Zervikale Flexion und Extension

Der Patient wird angewiesen, die gewünschte Bewegung, Beugung oder Streckung der Halswirbelsäule, auszuführen.

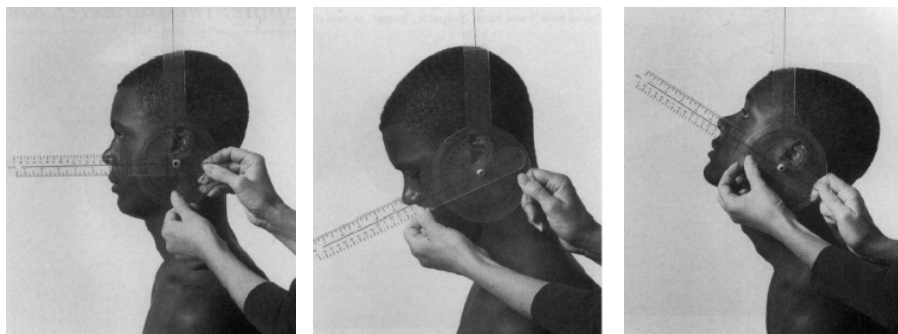


Abbildung 1. Das Goniometer wird zur Messung der zervikalen Flexion und Extension aufgestellt. Der stationäre Arm zeigt senkrecht zum Boden, wobei der Drehpunkt am Ohrläppchen des Patienten liegt.

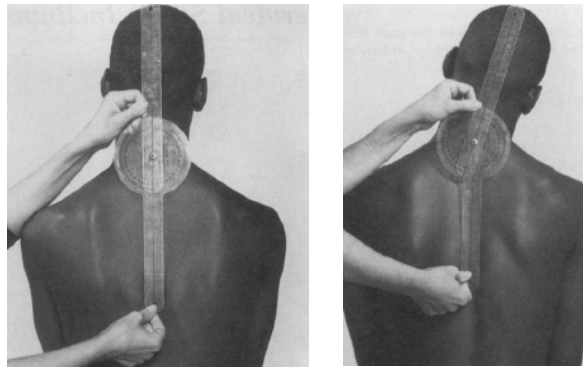
Der bewegliche Arm bleibt parallel zum Boden und folgt einer Linie vom Ohrläppchen bis zur Nasenwurzel.

Bild aus Berryman-Reese N. et al, 20022.

Seitliche zervikale Flexion

Der Patient wird aufgefordert, den Kopf seitlich nach rechts und links zu neigen, ohne den Rumpf oder die Schultern zu bewegen, und dabei zu versuchen, die Schulter mit dem Ohr zu berühren.

Abbildung 2. Goniometer zur Messung der lateralen zervikalen Flexion. Der stationäre Arm zeigt



senkrecht zum Boden, in einer Linie mit der Wirbelsäule, mit seinem Drehpunkt bei C7. Der bewegliche Arm beginnt senkrecht zum Boden, in einer Linie mit der posterioren medialen Linie des Schädels.

Bild aus Berryman-Reese N. et al, 20022.

Zervikale Rotation

Der Patient wird angewiesen, eine zervikale Rotation nach rechts und links durchzuführen, ohne den Rumpf oder die Schultern zu bewegen, und dabei zu versuchen, das Kinn in eine Linie mit der Schulter zu bringen.

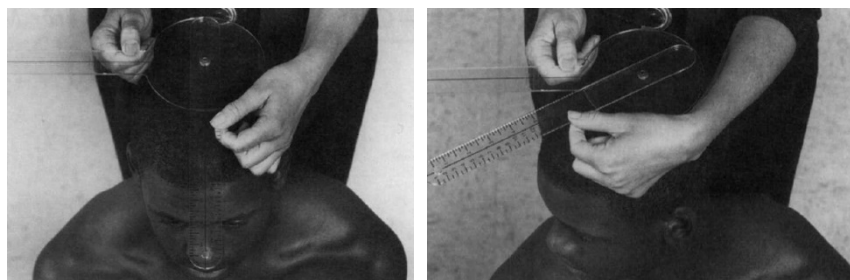


Abbildung 3. Das Goniometer wird zur Messung der zervikalen Rotation eingesetzt. Der stationäre Arm wird an einer imaginären Linie ausgerichtet, die die beiden Schulterblätter des Probanden verbindet, wobei sich der Drehpunkt des Goniometers am oberen Ende des Kopfes befindet. Der bewegliche Arm befindet sich in Höhe der Nase der Person. Bild aus Berryman-Reese N. et al, 20022.

Messung der lumbalen Mobilität mit einem klassischen Goniometer:

Lumbale Beugung

Der Patient wird angewiesen, die gewünschte Bewegung auszuführen und dabei die Wirbelsäule mit gestreckten Knien so weit wie möglich zu beugen, um mit den Fingerspitzen den Boden zu erreichen. Anschließend kehrt der Patient in die aufrechte Standposition zurück².

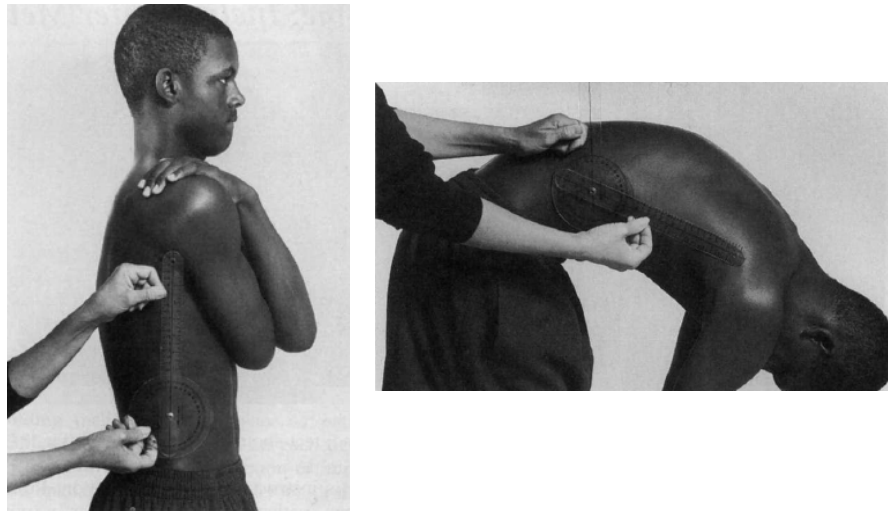


Abbildung 4: Ausrichten des Goniometers bei der Messung der Lumbalflexion. Der stationäre Arm zeigt senkrecht zum Boden, der Drehpunkt befindet sich auf der Höhe der letzten Rippe des Patienten. Der bewegliche Arm folgt dem Torso des Patienten entlang der Mittellinie. Bild aus Berryman-Reese N. et al, 20022.

Lumbale Verlängerung

Der Patient wird angewiesen, die gewünschte Bewegung auszuführen, in diesem Fall die Hände auf die gegenüberliegenden Schultern zu legen und sich nach hinten zu beugen, während die Knie gestreckt bleiben².

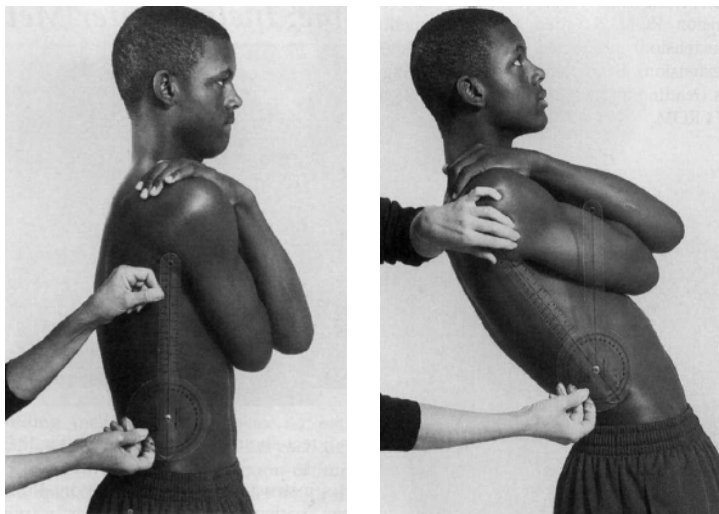


Abbildung 5: Ausrichten des Goniometers bei der Messung der lumbalen Extension, äquivalent zu der für die Flexion dieses Segments angegebenen. Bild aus Berryman-Reese N. et al, 20022.

Seitliche Lumbalflexion

Der Patient wird angewiesen, der gewünschten Bewegung zu folgen. Der Patient fährt mit der Hand seitlich am Bein entlang und beugt die Wirbelsäule seitlich so weit wie möglich. Der Patient hält die Knie gestreckt und beugt den Rumpf bei der Ausführung der Bewegung nicht nach vorne oder hinten².

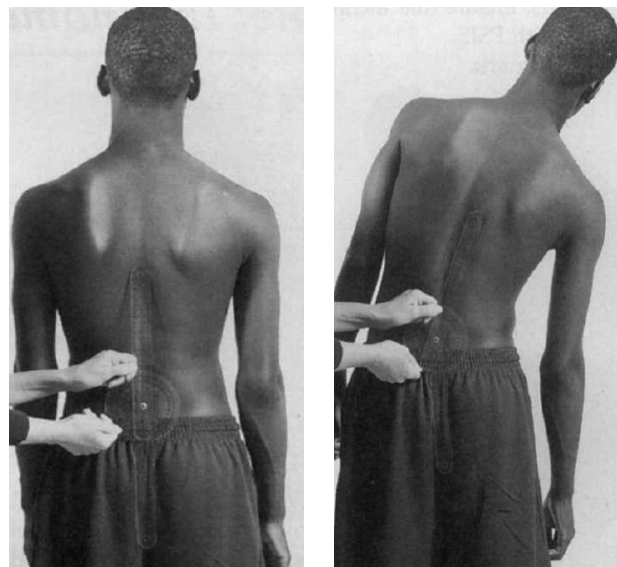


Abbildung 6: Ausrichten des Goniometers bei der Messung der lateralen Lumbalflexion. Der stationäre Arm bleibt senkrecht zum Boden in einer Linie mit dem Interglutealspalt. Der bewegliche Arm wird in einer Linie mit der Wirbelsäule ausgerichtet. Bild aus Berryman-Reese N. et al, 20022.

Elektrogoniometrie

Neben den bereits erwähnten klassischen Goniometern können auch Elektrogoniometer zur Messung der zervikalen Bewegungsbereiche eingesetzt werden. Diese Methode weist jedoch auch einige Einschränkungen auf: Es ist notwendig, eine Benchmark-Position zu berücksichtigen, die wiederholbar ist. Dies ist manchmal schwierig, da sie von den anthropometrischen Eigenschaften der Person abhängt, was zu Fehlern von mehreren Grad führen kann. Aus diesem Grund ist ein sehr präzises Protokoll für Instrumente unerlässlich.

Neigungsmessung

Messung der zervikalen Bewegung mit Inklinometern2:

Zervikale Flexion und Extension

Obwohl es möglich ist, diese Messung mit nur einem Inklinometer durchzuführen (wodurch kombinierte Gelenkbewegungen berechnet und dargestellt werden können), ist es ratsamer, zwei zu verwenden, um diesen Bogen zu messen. Dazu muss einer der Inklinometer über den Wirbel (Dornfortsatz) T1 gelegt und mit der Saggitalebene ausgerichtet werden, wobei der zweite Inklinometer über das Hinterhaupt gehalten wird. Bei Beginn der Messung muss sich der Kopf in einer neutralen Position befinden¹.

Von dort aus wird die Versuchsperson gebeten, ihren Nacken so weit wie möglich zu beugen. Die beiden von den beiden Neigungsmessern angegebenen Winkel werden notiert, wobei der bei T1 erhaltene Winkel von dem des anderen Neigungsmessers subtrahiert wird. Das Verfahren ist dasselbe für die zervikale Extension, aber der Patient wird gebeten, seinen Hals so weit wie möglich zu strecken, anstatt ihn zu beugen.

Es ist ratsam, für jeden Bereich drei Messungen vorzunehmen und den Endwert als Mittelwert aus diesen drei Messungen zu berechnen.

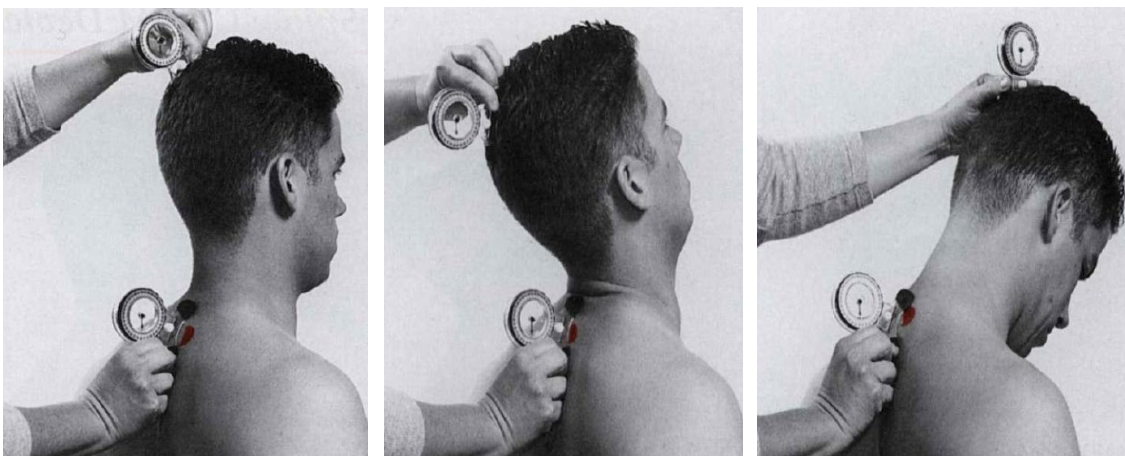


Abbildung 7: Platzierung der beiden Inklinometer zur Messung der zervikalen Flexion und Extension.
Bild aus Berryman-Reese N. et al, 2022.

Seitliche zervikale Flexion

Wie bei Flexion und Extension könnte für die Lateralflexion ein einzelner Inklinometer verwendet werden, es ist jedoch ratsamer, zwei zu verwenden. Wenn zwei verwendet werden, werden sie auf die gleiche Weise wie bei der Messung von Flexion und Extension dieses Segments¹ platziert, müssen aber in der frontalen oder koronalen Ebene ausgerichtet werden.

In diesem Fall bitten wir den Patienten, den Kopf so weit wie möglich nach links zu neigen, und wir subtrahieren wiederum den bei T1 gemessenen Winkel von dem am Hinterhaupt gemessenen. Dann nehmen wir die gleiche Messung mit einer Neigung nach rechts vor.

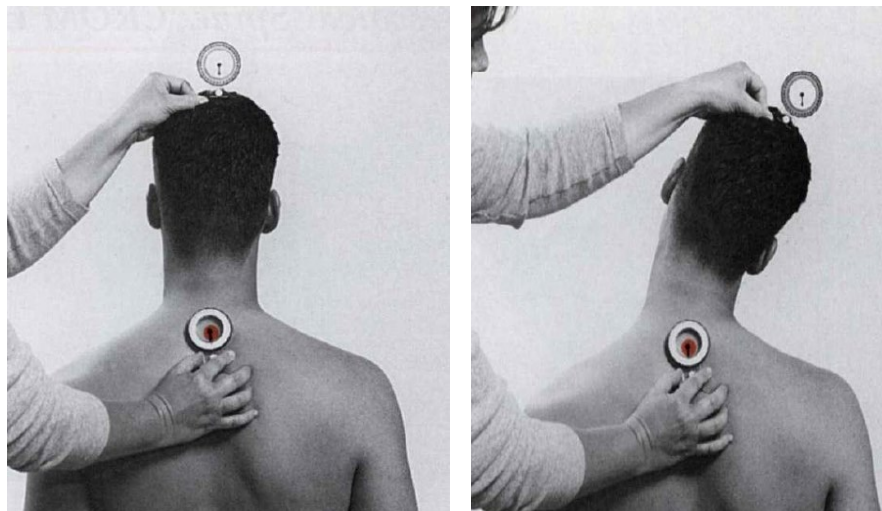


Abbildung 8: Platzierung der beiden Inklinometer zur Messung der zervikalen Lateralflexion. Bild aus Berryman-Reese N. et al, 20022.

Zervikale Rotation

In diesem Fall beinhaltet die Auswertungstechnik die Stabilisierung der Schultern in Rückenlage, so dass nur ein Inklinometer benötigt wird¹.

Dazu legt sich der Proband in Dekubitus-Rückenlage mit entblößten Schultern auf einen Untersuchungstisch, um zu kontrollieren, dass sie nicht rotieren. Das Inklinometer wird in der Koronalebene auf die Stirn gelegt.

Die Testperson wird aufgefordert, sich so weit wie möglich nach rechts zu drehen, und der Winkel wird notiert. Das gleiche Verfahren wird bei der Drehung nach links durchgeführt. Es wird empfohlen, in jedem Fall mindestens drei Messungen vorzunehmen.

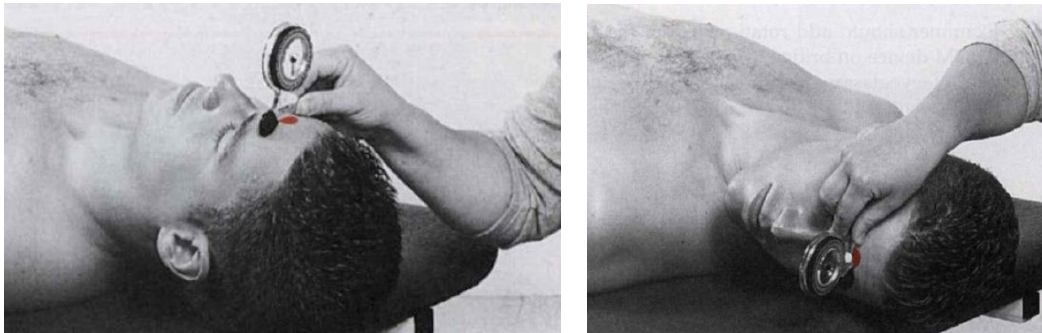


Abbildung 9: Platzierung der beiden Inklinometer zur Messung der zervikalen Rotation. Bild aus Berryman-Reese N. et al, 20022.

Messung der dorsalen und lumbalen Bewegung mit Inklinometern:

Dorsale Flexion und Extension

Obwohl es möglich ist, diese Messung mit nur einem Inklinometer durchzuführen (wodurch kombinierte Gelenkbewegungen berechnet und dargestellt werden können), ist es ratsamer, zwei zu verwenden, um diesen Bogen zu messen. In diesem Fall werden die Inklinometer über die Wirbel (Dornfortsätze) T1 und T12 platziert, wobei ihre Basen entlang der Wirbelsäulenachse ausgerichtet sind¹.

Von dort aus wird die Testperson gebeten, ihren Rücken so weit wie möglich zu beugen und zu strecken. Die beiden von den beiden Neigungsmessern angegebenen Winkel werden notiert, wobei der bei T12 erhaltene Winkel von dem bei T1 subtrahiert wird (d. h. T1-T12)².

Es ist ratsam, für jeden Bereich drei Messungen vorzunehmen und den Endwert als Mittelwert aus diesen drei Messungen zu berechnen.

Dorsale Drehung

Obwohl es möglich ist, diese Messung mit nur einem Inklinometer durchzuführen (wodurch kombinierte Gelenkbewegungen berechnet und dargestellt werden können), ist es ratsamer, zwei zu verwenden, um diesen Bogen zu messen. In diesem Fall werden die Inklinometer über den Wirbeln (Dornfortsätzen) T1 und T12 platziert, wobei ihre Basen senkrecht zur Achse der Wirbelsäule stehen¹.

Die Testperson muss aus einer Position starten, in der sie ihren Rumpf ungefähr parallel zum Boden beugt. Von dort aus wird die Versuchsperson gebeten, ihren dorsalen Bereich so weit wie möglich zu drehen, wobei sie die Arme verschränkt und versucht, mit dem Ellenbogen auf der zu untersuchenden Seite zur Decke zu zeigen. Die beiden Winkel, die von den beiden Neigungsmessern angegeben werden, werden notiert, wobei der bei T12 erhaltene Winkel von dem bei T1 subtrahiert wird (T1-T12)¹.

Es ist ratsam, für jeden Bereich drei Messungen vorzunehmen und den Endwert als Mittelwert aus diesen drei Messungen zu berechnen.

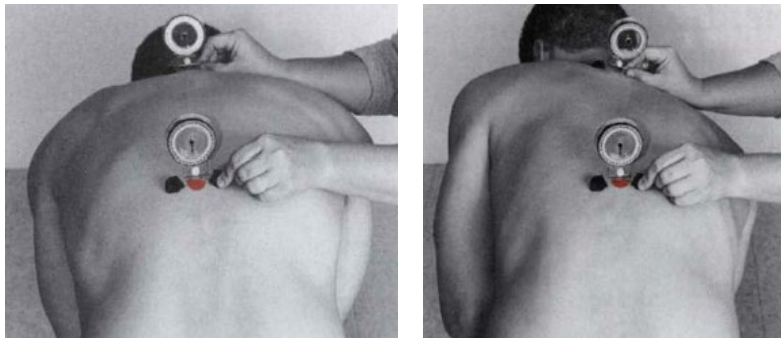


Abbildung 10: Platzierung der beiden Inklinometer zur Messung der zervikalen Rotation. Bild aus Berryman-Reese N. et al, 20022.

Lumbale Flexion und Extension

Obwohl es möglich ist, diese Messung mit nur einem Inklinometer durchzuführen (wodurch kombinierte Gelenkbewegungen berechnet und dargestellt werden können), ist es ratsamer, zwei zu verwenden, um diesen Bogen zu messen. Dazu muss einer der Inklinometer über dem Wirbel (Dornfortsatz) T12 in einer Linie mit der Saggitalebene platziert werden, der zweite über dem Kreuzbein (ungefähr an dessen medialem Punkt) ¹.

Von dort aus wird der Proband aufgefordert, seinen Lendenbereich so weit wie möglich zu beugen und zu strecken. Die beiden von den beiden Inklinometern angegebenen Winkel werden notiert, wobei der bei T12 erhaltene Winkel von dem bei T1 subtrahiert wird (T1-T12)².

Es ist ratsam, für jeden Bereich drei Messungen vorzunehmen und den Endwert als Mittelwert aus diesen drei Messungen zu berechnen.



Abbildung 11: Platzierung der beiden Inklinometer zur Messung der lumbalen Flexion und Extension. Bild aus Berryman-Reese N. et al, 20022.

Seitliche Lumbalflexion

Die Neigungsmesser werden an der gleichen Stelle wie bei der Flexion und Extension platziert, aber in diesem Fall befinden sie sich in einer Linie mit der koronalen oder frontalen Ebene. Von dort aus wird der Proband gebeten, sich seitlich zur einen oder anderen Seite zu neigen, wobei die beiden von den Inklinometern angegebenen Winkel notiert werden und der Winkel am Kreuzbein von dem an T12 gefundenen subtrahiert wird (T12 - Kreuzbein)¹.

Es ist ratsam, für jeden Bereich drei Messungen vorzunehmen und den Endwert als Mittelwert aus diesen drei Messungen zu berechnen.

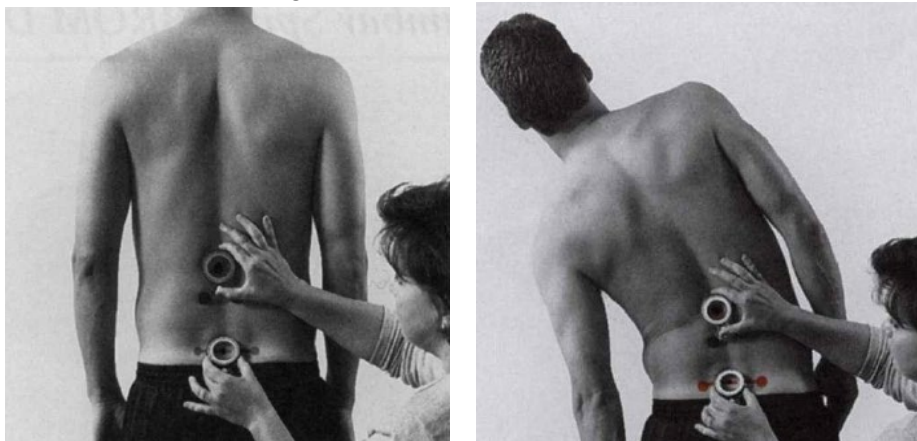


Abbildung 12: Platzierung der beiden Inklinometer zur Messung der lateralen Lumbalflexion. Bild aus Berryman-Reese N. et al, 20022.

Zusätzlich zu den klassischen Neigungsmessern können auch elektronische Neigungsmesser verwendet werden, die den gleichen Verfahren wie oben folgen, aber mit einfacheren Instrumenten und der Möglichkeit, Software zu verwenden, um die Aufzeichnung von Winkeln zu rationalisieren.

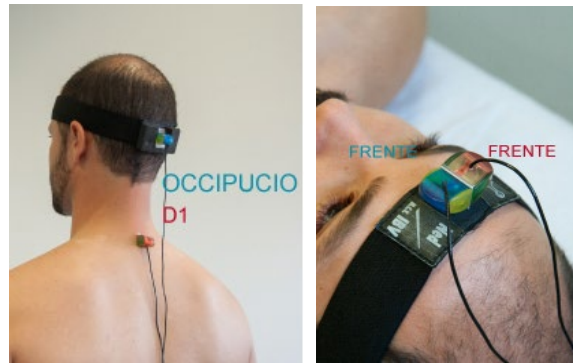


Abbildung 13: Platzierung der beiden elektronischen Inklinometer zur Messung der zervikalen Flexion und Extension sowie der zervikalen Lateralflexion (links) und der zervikalen Rotation (rechts). Sistema NedRangos/IBV (Quelle: Instituto de Biomecánica de Valencia).

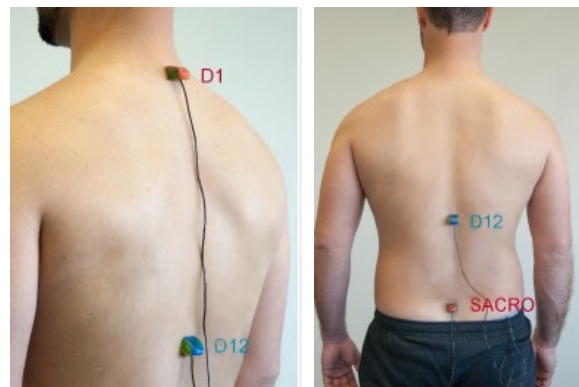


Abbildung 14. Platzierung der beiden elektronischen Inklinometer zur Messung der dorsalen (links) und lumbalen (rechts) Bewegung. Sistema NedRangos/IBV (Quelle: Instituto de Biomecánica de Valencia).

Andere Methoden: Photogrammetrie

Photogrammetrietechniken ermöglichen die Analyse der Bewegung und ihrer verschiedenen Eigenschaften (Geschwindigkeit, Beschleunigung, Winkelbereich) dank einer Kamera, die eine Reihe von Markern aufnimmt, die auf dem Patienten platziert sind und einer spezifischen Struktur für das verwendete biomechanische Modell folgen. Dies ist eine sehr genaue Technik, die im Vergleich zu anderen Methoden wie dem klassischen Goniometer Fehlerquellen des Auswerters eliminiert. Ihre große Vielseitigkeit hat sie zu einer sehr weit verbreiteten Technik gemacht, die sich besonders für die Durchführung globaler Analysen eignet oder für solche, die die kombinierten Bewegungen zahlreicher Gelenke beinhalten, wie es bei der Wirbelsäule der Fall ist. Sie hat ein unbestreitbares Potenzial für die funktionelle Bewertung von motorischen Behinderungen. Abbildung 15 zeigt ein Diagramm mit den Komponenten der Beschleunigung und der Winkelgeschwindigkeit für den Rumpf,

die durch Photogrammetrie bei der Ausführung einer Aktivität wie dem Heben eines Gewichts erhalten wurden.

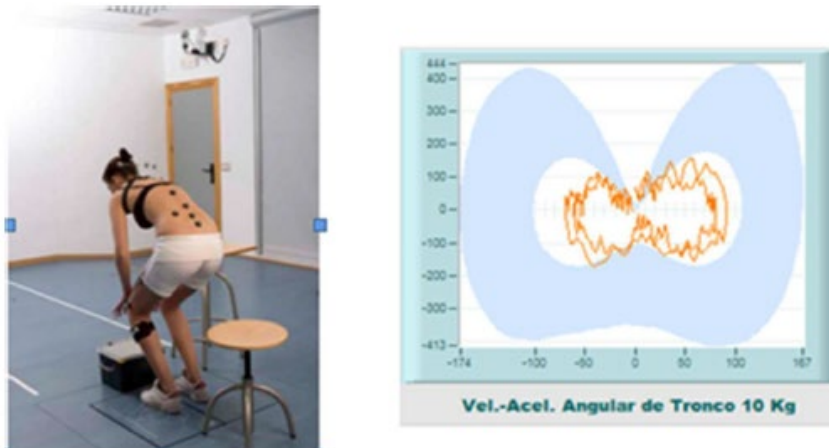


Abbildung 15: Messung der Geste des Anhebens einer Kiste (links) und Phasordiagramm (Rumpfgeschwindigkeit gegen Beschleunigung) während der Geste (rechts). Sistema NedLumbar/IBV (Quelle: Instituto de Biomecánica de Valencia).

Neben dieser Tätigkeit konnten wir das Bewegungsmuster der Lendenwirbelsäule bei anderen Aktivitäten messen, z. B. beim Hinsetzen und Aufstehen von einem Stuhl, beim Hocken oder beim möglichst starken Beugen im Stehen.



Abbildung 16: Messung der Geste des Aufstehens von einem Stuhl. Sistema NedLumbar/IBV (Quelle: Instituto de Biomecánica de Valencia).

Andere Methoden: MCU-System (MCU (Multi Cervical Unit))

Die MCU verfügt über eine computerisierte Schnittstelle, die die Bewegung der Halswirbelsäule und die isometrische Kraft in allen drei Bewegungsebenen in Echtzeit aufzeichnet. Dadurch wird die Subjektivität manueller Tests eliminiert. Außerdem ergänzt das dynamische Kräftigungsprotokoll die manuelle Therapie, während es die Objektivität für den Verlauf der HWS-Rehabilitation beibehält.



Abbildung 17. MCU-System. Informationen und Bild von <https://www.btetechnologies.com/rehabilitation/mcu/3>

Hinweis: Für weitere Informationen über Geräte und instrumentelle Analysen, die zur Messung von Kräften, Bewegungen, Drücken, physiologischen Zeichen, anthropometrischen und morphometrischen Parametern verwendet werden, beachten Sie bitte die Inhalte der Lerneinheiten D und E aus dem MODUL BIOMECHANIK: GRUNDLAGEN DER BIOMECHANIK ANGEWANDT AUF DEN BEWEGUNGSAPPARAT

Während wir in Teil I dieser Lehreinheit gesehen haben, wie die Leitfäden für die Bewertung von dauerhaften Beeinträchtigungen der American Medical Association die Stufen der Beeinträchtigung nach dem "Verletzungsmodell" festlegen, werden wir uns nun ansehen, dass die AMA auch ein System für die Klassifizierung der Beeinträchtigung nach dem sogenannten "Range of Motion Model" hat. Daraus folgt:

Tabelle 1. Whole Body Impairment (WBI) nach dem "Range of Motion Model" der AMA für die Halswirbelsäule¹

Beugung		Erweiterung		Seitliche Beugung		Drehung	
Grad (°)	% WBI	Grad (°)	% WBI	Grad (°)	% WBI	Grad (°)	% WBI
0	5	0	5	0	4	0	6
15	4	15	4	15	2	15	4
30	2	40	2	30	1	40	2
50	0	60	0	45	0	60	1
						80	0

Tabelle 2. Whole Body Impairment (WBI) nach dem "Range of Motion Model" der AMA für die dorsale Wirbelsäule¹

Beugung		Drehung	
Grad (°)	% WBI	Grad (°)	% WBI
0	4	0	3
15	2	11	2
30	1	15	1
60	0	30	0

Tabelle 3. Whole Body Impairment (WBI) nach dem "Range of Motion Model" der AMA für die Halswirbelsäule¹

Beugung (mit Hüftwinkel >45°)		Erweiterung		Seitliche Beugung	
Grad (°)	% WBI	Grad (°)	% WBI	Grad (°)	% WBI
60	0	0	7	0	5
45	2	11	5	11	3
30	4	15	3	15	2
15	7	15	2	15	1
0	11	25	0	25	0

2.2. Messung kinetischer und physiologischer Parameter

Dynamometrische Plattformen

Durch den Einsatz dynamometrischer Plattformen zur Beurteilung der Wirbelsäule kann eine dreidimensionale Analyse der Reaktionskraft der unteren Gliedmaßen gegen den Boden bei der Ausführung verschiedener Aktivitäten, die den Rumpf oder die paravertebrale Muskulatur einbeziehen, vorgenommen werden, wie z. B. beim Aufstehen aus einer sitzenden Position auf einem Stuhl oder beim Heben eines Gewichts mit den oberen Gliedmaßen. Sie gibt Aufschluss über die Art der Unterstützung und mögliche Anomalien in der von einer unteren Extremität ausgeübten Kraft bei Schmerzen (z. B. aufgrund eines einseitigen Ischias).

Dies erscheint in der Regel aufgrund einer Asymmetrie bei der Verteilung der Kraft zwischen den beiden Beinen. Sie ist ein hervorragendes Werkzeug zur Beurteilung der Bewegungsstrategie im Zusammenhang mit verschiedenen Pathologien, die mit Schmerzen oder Kraftbeeinträchtigungen einhergehen.

Dynamometrische Systeme

Traditionell wird versucht, die Kraft der Wirbelsäule unter isometrisch-isokinetischen und isodynamischen Bedingungen zu messen. Bei diesen Tests werden maximale willentliche Kontraktionen gegen einen Widerstand gefordert, um eine vermeintlich maximale Kraft zu erreichen.

Es wurden Systeme entwickelt, die teilweise sehr anspruchsvoll sind, um die Kraft der paravertebralen Muskulatur zu messen. Die wichtigsten Techniken, die bei der Muskelevaluation verwendet werden, sind:

- Isometrisch: Dazu gehören manuelle Muskeltests, bei denen Federn und Dehnungsmessstreifen verwendet werden, sowie Dynamometer. Die Vorteile isometrischer

Systeme sind ihre geringen Kosten (obwohl es sehr ausgeklügelte gibt), die Einfachheit der Tests und die Leichtigkeit der Interpretation der Daten.



Abbildung 18. Einfaches manuelles isometrisches Dynamometriesystem. Bilder aus <https://tienda.fisaude.com/dinamometro-evaluacion-musculo-esqueletica-microfet2-p-39680.html4>

-Isotonisch: Diese können auf der Verwendung von freien Gewichten in einem System von kontrollierten Bewegungen basieren, oder auf der Verwendung von Systemen, die sich während der Bewegung an den Widerstand anpassen. Die meisten isotonischen Auswertungen sind konzentrisch. Die Auswertung wird über den gesamten Bewegungsbereich durchgeführt, wobei es in der Regel Probleme mit der Zuverlässigkeit der Messungen und der Gewöhnung des Patienten an die Art der Übung gibt.

- Isokinetische Auswertung: Hierbei muss der Patient seinen Körper (Rumpf und Gliedmaßen) mit einer vom Untersucher kontrollierten und vorgewählten Geschwindigkeit bewegen. Die Systeme werden über einen Dynamometer gesteuert, der passiv arbeitet und nur konzentrische Übungen zulässt, oder aktiv, der konzentrische und exzentrische Übungen zulässt. Es gibt eine große Anzahl kommerzieller Maschinen. Der Vorteil dieser Art von isokinetischen Geräten ist, dass sie den gesamten Bewegungsumfang bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten erfassen.



Abbildung 19. Isokinetische Auswertungsmaschine (Quelle: Interne Dokumente des Instituts für Biomechanik in Valencia (*Instituto de Biomecánica de Valencia*)).

- Isoinertial (oder isodynamisch): Der Widerstand gegen die Bewegung ist bei isoinertialer Kontraktion konstant. Dies kann mit einem triaxialen dynamometrischen Gerät ausgewertet werden, das die Winkelposition, die Winkelgeschwindigkeit, das Drehmoment für die drei primären Achsen des Lendenbereichs, die Arbeit und die Leistung aufzeichnet. Der Unterschied zu isokinetischen Geräten besteht darin, dass sie die Muskelleistung in drei Achsen gleichzeitig analysieren, ebenso wie die Beschleunigung des Rumpfes.

Oberflächen-Elektromyographie

Die Aktivität der Rumpfmuskulatur kann indirekt mittels Elektromyographie (EMG) abgeschätzt werden. Aus diesem Grund wird das Oberflächen-EMG in der Regel zur Beurteilung der Lendenwirbelsäulenzone verwendet, insbesondere zur Analyse des muskulären Verhaltens bei Bewegungen wie Beugung und Streckung des Rumpfes (Analyse der lumbalen Flexions-Relaxation). Es kann auch in jedem anderen Segment der Wirbelsäule verwendet werden, auch bekannt als zervikale Flexions-Relaxation, obwohl in diesem Fall die muskuläre Reaktion weniger offensichtlich ist⁵.

Die Flexions-Relaxation (FR) bezieht sich auf ein Muster der Muskelaktivität während der Beugung des Rumpfes oder der Halswirbelsäule, bei der sich die Muskeln zunächst zusammenziehen, aber schließlich an einem scheinbar bestimmten Punkt im Flexionsbewegungsbereich (ROM) entspannen⁶.

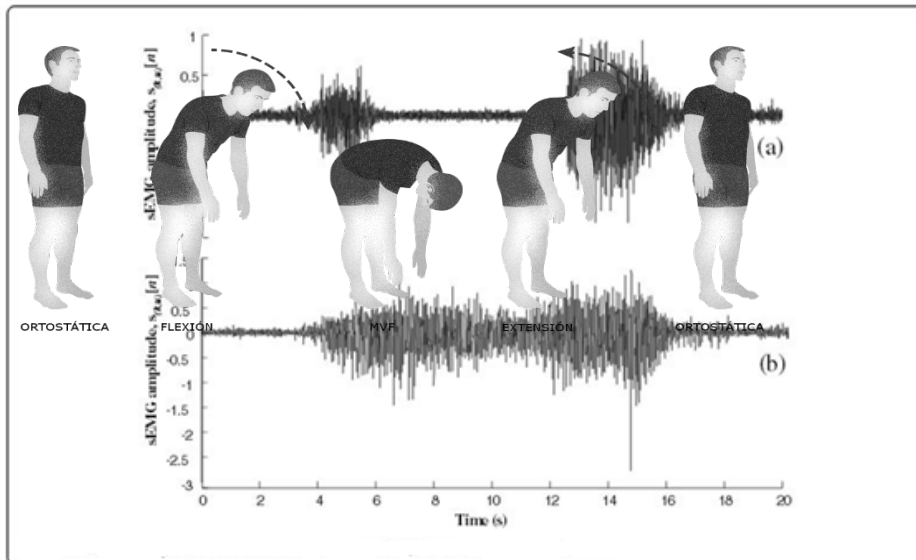


Abbildung 20. EMG-Signal von einem gesunden Patienten (oben) und einem Patienten mit Lumbalgie (unten) beim Beugen und Strecken des Rumpfes. Aus Nougrou et al. *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing* 2012, 2012:151 <http://asp.erasipjournals.com/content/2012/1/151>⁷

Hinweis: Weitere Informationen zu Protokollen und Geräten für die Durchführung einer biomechanischen Analyse der Wirbelsäule sowie zur Interpretation der Ergebnisse bei gesunden und pathologischen Probanden finden Sie in den Inhalten der Lerneinheit D (1 bis 6) dieses Moduls.

3. Funktionsmessung an der Wirbelsäule: klinische Skalen

Klinische Skalen sind eine Quelle für klinische Informationen, die durch standardisierte Fragebögen gewonnen werden.

3.1. Halswirbelsäule

Die am weitesten verbreiteten Skalen zur Beurteilung der Halswirbelsäule sind der Neck Disability Index (NDI)⁸, die Neck Pain and Disability Scale (NPDA)⁹ und der Northwick Park Neck Pain Questionnaire (NPQ)¹⁰.

3.2. Lendenwirbelsäule

Die am weitesten verbreiteten Skalen zur Beurteilung der Lendenwirbelsäule sind der Oswestry Disability Index (ODI)¹¹ und der Roland-Morris-Fragebogen (RMQ)¹².

Hinweis: Weitere Informationen zu klinischen Skalen, die bei der Beurteilung der Hals- und Lendenwirbelsäule verwendet werden, finden Sie in der Lerneinheit C.2. in eben diesem Modul.

4. Wichtige Ideen

- Einer der grundlegenden Aspekte zur Beurteilung von Funktion und Beeinträchtigung der Wirbelsäule ist die Bewertung der Bewegung. Dies kann visuell oder mit Hilfe spezifischer Tests erfolgen, die nur ein Maßband erfordern.
- Diese Methoden weisen jedoch eine Reihe von Einschränkungen auf, so dass oft andere Instrumente mit mehr oder weniger Genauigkeit und Raffinesse empfohlen werden: klassische Goniometer, manuelle Neigungsmesser, elektronische Neigungsmesser oder Photogrammetrie.
- Zur Beurteilung anderer Aspekte der Wirbelsäule, wie Kraft und Muskelaktivität, stehen andere Instrumente zur Verfügung, wie z. B. verschiedene Arten von Dynamometern (isometrisch, isotonisch, isokinetisch) und Oberflächen-Elektromyographie.
- Eine andere Art von nützlichem Werkzeug zur Bewertung der vom Patienten wahrgenommenen Behinderung und Beeinträchtigung im Zusammenhang mit der Wirbelsäulenpathologie sind klinische Skalen

5. Referenzen

- [1] Dr. Theodore C. Doege, Dr. Thomas P. Houston. (Hrsg.). (1994). *Guides to the Evaluation of Permanent Impairment*. American Medical Association, spanische Fassung. Madrid, España: Editorial ARTEGRAF, S.A.
- [2] Berryman-Reese N. Bandy WD. (2002). *Joint Range of Motion and Muscle Length Testing*. Editorial W.B. SAUNDERS COMPANY
- [3] Website: <https://www.btetechnologies.com/rehabilitation/mcu/>
- [4] Website: <https://tienda.fisaude.com/dinamometro-evaluacion-musculo-esqueletica-microfet2-p-39680.html>
- [5] Pialasse JP, Lafond D, Cantin V, Descarreaux M. Load and speed effects on the cervical flexion relaxation phenomenon. *BMC Musculoskelet Disord*. 2010;11:46. doi: 10.1186/1471-2474-11-46.
- [6] Nebblet et al. Quantifying the Lumbar Flexion–Relaxation Phenomenon. Theory, Normative Data, and Clinical Applications. *Spine*, Volume 28, Number 13, pp 1435–1446.
- [7] Nougrou et al. *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing* 2012, 2012:151.
- [8] Vernon H, Mior S. The neck disability index: A study of reliability and validity. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 1991, 14:409-15
- [9] Bremerich FH, Grob D, Dvorak J, Mannion AF. The Neck Pain and Disability Scale: cross-cultural adaptation into German and evaluation of its psychometric properties in chronic neck pain and C1-2 fusion patients. *Spine*. 2008;33(9):1018-27. (level of evidence B)
- [10] [Leak AM](#), [Cooper J](#), [Dyer S](#), [Williams KA](#), [Turner-Stokes L](#), [Frank AO](#). Northwick park neck pain questionnaire, devised to measure neck pain and disability. *Rheumatology*, Volume 33, Issue 5, May 1994, Pages 469–474.
- [11] Mehra A, Baker D, Disney S, Pynsent PB. Oswestry Disability Index scoring made easy. *Ann R Coll Surg Engl*. 2008 Sep;90(6):497-9.
- [12] Roland M, Fairbank J. The Roland–Morris Disability Questionnaire and the Oswestry Disability Questionnaire. *Spine* (Phila Pa 1976). 2000 Dec 15;25(24):3115-24.



Die Unterstützung der Europäischen Kommission für die Erstellung dieser Veröffentlichung stellt keine Billigung des Inhalts dar, welcher nur die Ansichten der Verfasser wiedergibt, und die Kommission kann nicht für eine etwaige Verwendung der darin enthaltenen Informationen haftbar gemacht werden.

