

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 D: INSTRUMENTELLE ANALYSE  
DER WIRBELSÄULE

D.3. Wie sieht eine normale biomechanische Beurteilung der  
Halswirbelsäule aus?



## ZIELE

- Den Zweck der biomechanischen Beurteilung im klinischen Bereich zu erlernen.
- Um einige Ergebnisse aus der biomechanischen Beurteilung der Halswirbelsäule zu sehen.
- Sich mit der Interpretation der Ergebnisse einer zervikalen kinematischen Beurteilung bei einer normalen Population vertraut machen.
- Vertraut werden mit der Interpretation der Ergebnisse, die bei der Beurteilung der zervikalen Muskelkraft in einer normalen Population erzielt werden.
- Das erlernte Wissen an einem klinischen Fall anwenden.

## INHALT

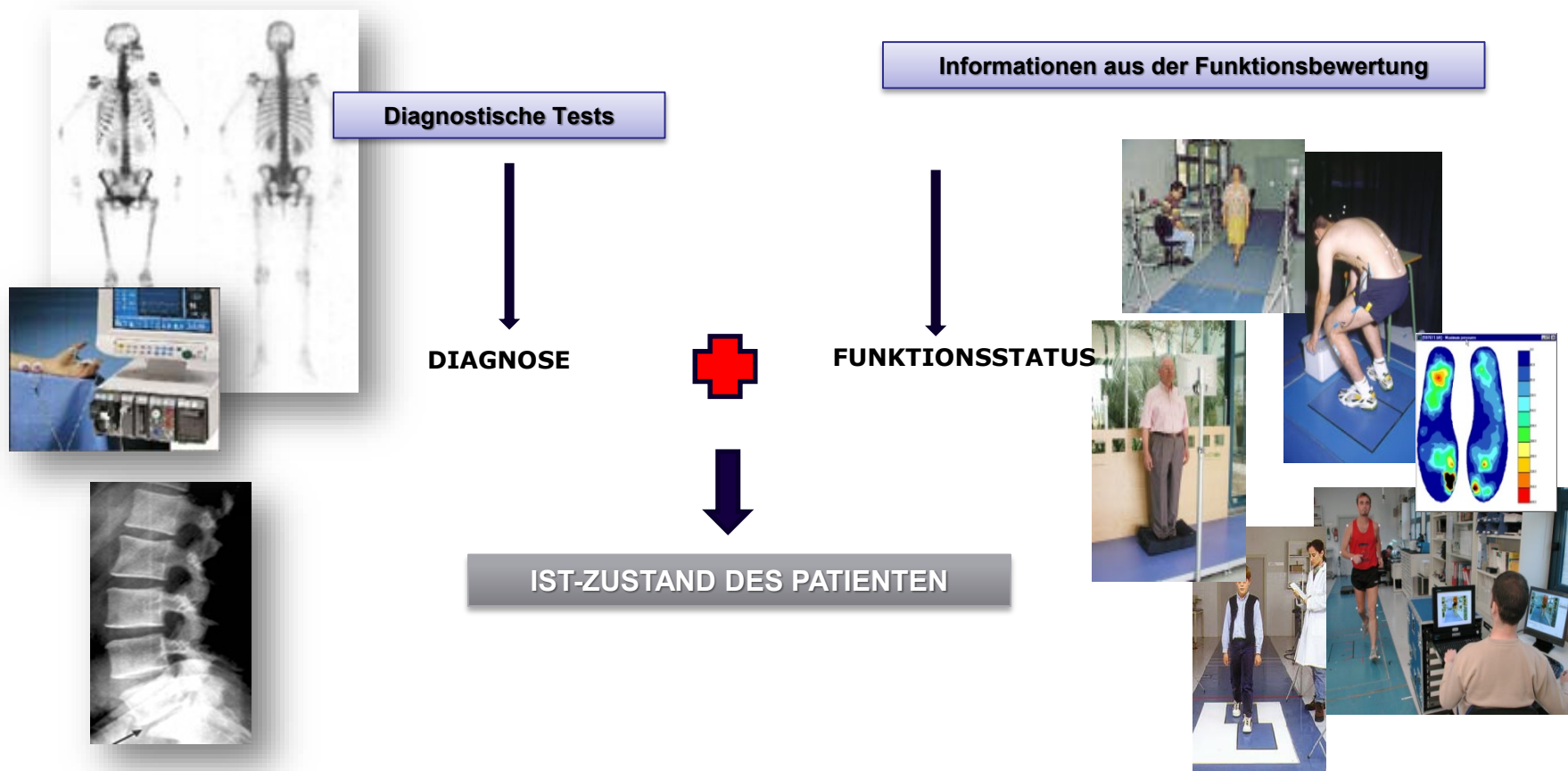
- Klinische und biomechanische Beurteilung
- Funktionelle Beurteilung der Halswirbelsäule
- Beurteilung des zervikalen Bewegungsumfangs
- Kinematische Beurteilung der Halswirbelsäule
- Festigkeitsbeurteilung der Halswirbelsäule
- Wichtige Ideen

# Klinische und biomechanische Beurteilung Warum funktionelle Beurteilung?



# Klinische und biomechanische Beurteilung Warum funktionelle Beurteilung?

## Diagnostische Tests versus biomechanische Tests



## HINWEIS:

Es gibt verschiedene biomechanische Bewertungstests. Die Aspekte, die sie bestimmen, sind:

- Welche Funktion wird bewertet.
- Welches Instrument und welche Technik es verwendet.
- Welches Bewertungsprotokoll wurde verwendet.

## UND IN DIESER LERNEINHEIT:

- **Welche Ergebnisse sie liefert, in welchen Einheiten und mit welchen Datenanalysetechniken sie gewonnen wurden.**
- **Standardisierte Kriterien für die Interpretation...**



# Funktionelle Beurteilung der CERVICAL SPINE.

## BEWERTUNGSFUNKTION

## INSTRUMENTALTECHNIK

## ERGEBNISSE

### MOBILITÄT

Bereich der Bewegung

Neigungsmesser, Elektrogoniometer Bewegungsbereich (°)

Eigenschaften der Bewegung

Photogrammetrie, Inertialsensoren Bewegungsbereich (°)  
Geschwindigkeit (°/s) /

Winkelbeschleunigung

Harmonie  
Reproduzierbarkeit

### STRENGTH

Isometrische Kraft

Dynamometer Isometrische Kraft (Nwm)

Aktivität der Muskeln

Oberflächen-Elektromyographie Muskelaktivität (qualitativ)



## Beurteilung des zervikalen Bewegungsumfangs

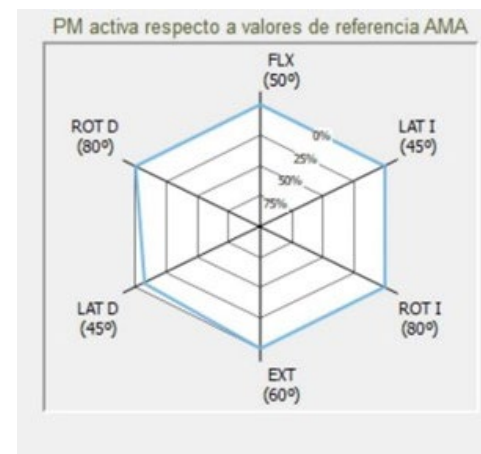
	Pos. Neutra (OCC/D1)	Pos. Flexión (OCC/D1)	Pos. Extensión (OCC/D1)	Flexión	Criterio AMA	Extensión	Criterio AMA
1ª	9.7° / 19.6°	64.4° / 51.3°	-37.8° / 1.3°	23.0°	OK	29.0°	OK
2ª	12.7° / 21.0°	66.8° / 51.6°	-36.8° / -0.7°	23.0°	OK	27.0°	OK
3ª	8.0° / 17.3°	67.9° / 51.9°	-43.9° / -6.4°	25.0°	OK	28.0°	OK



System mit zwei elektronischen Inclinometern, die an den entsprechenden knöchernen Protuberanzen (Okzipital-D1) angebracht sind, um den maximalen Gelenkbereich für die Flexions-Extensionsbewegung der Halswirbelsäule zu ermitteln.

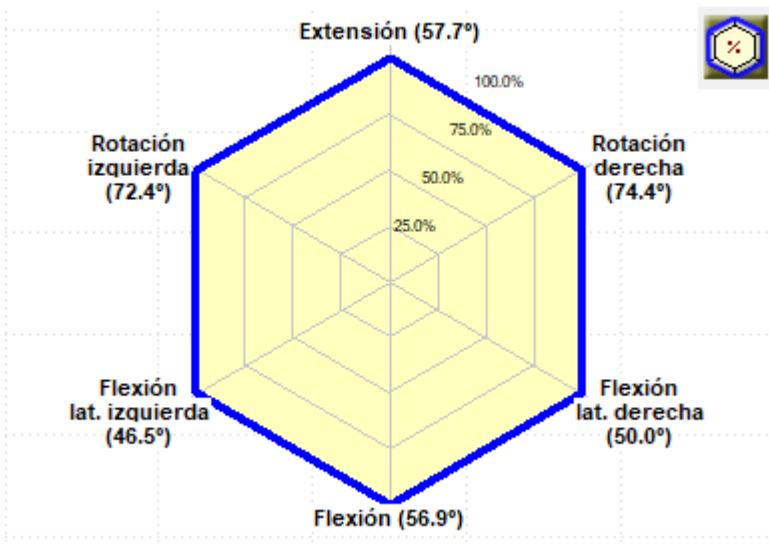
### ERGEBNISSE: Bewegungsbereich (°)

	Amplitud máxima	PM frente referencia AMA
Flexión	80°	0%
Extensión	70°	0%
Flexión Lateral Izquierda	45°	0%
Flexión Lateral Derecha	42°	7%
Rotación Izquierda	80°	0%
Rotación Derecha	80°	0%





## Beurteilung des zervikalen Bewegungsumfangs



**MESSGERÄTE:** Neigungsmesser, Elektrogoniometer oder Photogrammetrie.

**ART DER ANALYSE:** Kinematisch.

**GRAFIK:** Bewegungsumfang der Halswirbelsäule (°) in drei Ebenen. Der äußere Rand der Grafik stellt die Zone der Normalität dar.

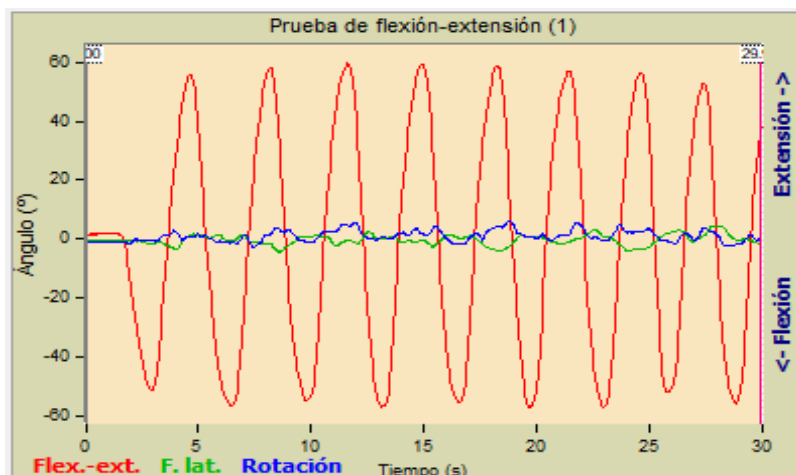
**INTERPRETATION DES ERGEBNISSES:** Gute Beweglichkeit der Halswirbelsäule in allen Ebenen.

## Kinematische Beurteilung der Halswirbelsäule

**MESSGERÄT:** Photogrammetrie, Inertialsensoren.

**ART DER ANALYSE:** Kinematisch.

**GRAFIK:** Sie zeigt die zervikale Flexions-Extensions-Beweglichkeit (rote Linie) über einen Zeitraum (30 s), zusammen mit den gekoppelten Bewegungsarten (grüne und blaue Linien).



**INTERPRETATION DER ERGEBNISSE:** Die Halswirbelsäule bewegt sich in der Sagittalebene mit einer hohen Geschwindigkeit, da es eine hohe Anzahl von Bewegungszyklen in 30 s gibt. Die lateralen Flexions- und Rotationsbewegungen (gekoppelt) sind gering, was in das normale Verhalten der Wirbelsäule fällt.

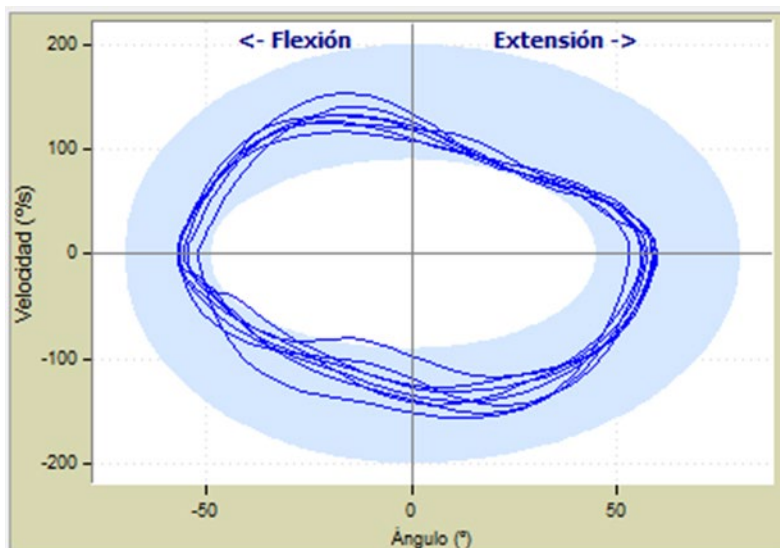
## Kinematische Beurteilung der Halswirbelsäule

**MESSGERÄT:** Photogrammetrie

**ART DER ANALYSE:** Kinematisch.

**GRAFIK:** Winkelgeschwindigkeit ( $^{\circ}/s$ ) der Halswirbelsäule für Flexions-Extensions-Bewegungsbereich ( $^{\circ}$ ).

**INTERPRETATION DES ERGEBNISSES:** Bewegung der Halswirbelsäule in der Sagittalebene mit einer hohen Geschwindigkeit und einem Bereich innerhalb der Benchmark-Werte (das blaue Band stellt Normalwerte dar).



# Festigkeitsbeurteilung der Halswirbelsäule

**MESSGERÄT:** Dynamometer.

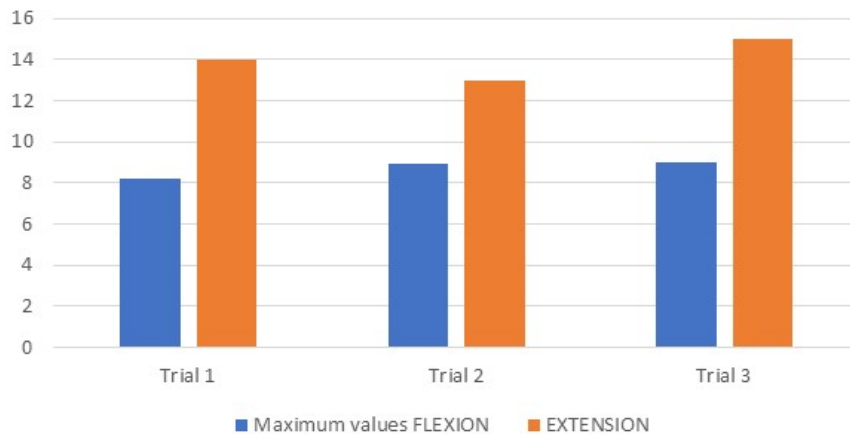
**TYP DER ANALYSE:** Dynamisch.

**PARAMETER UND GRÖSSEN:** Maximale Kraft (kg) aus der bewerteten Muskelgruppe (Wirbelsäulenbeuger und -strecker) in einem Test mit drei Wiederholungen für jede Muskelgruppe.

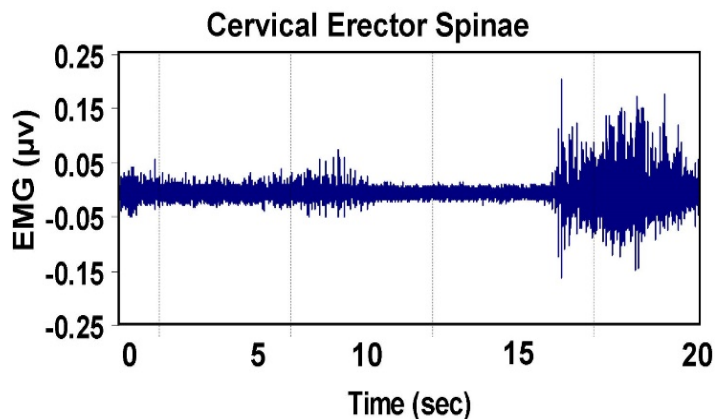
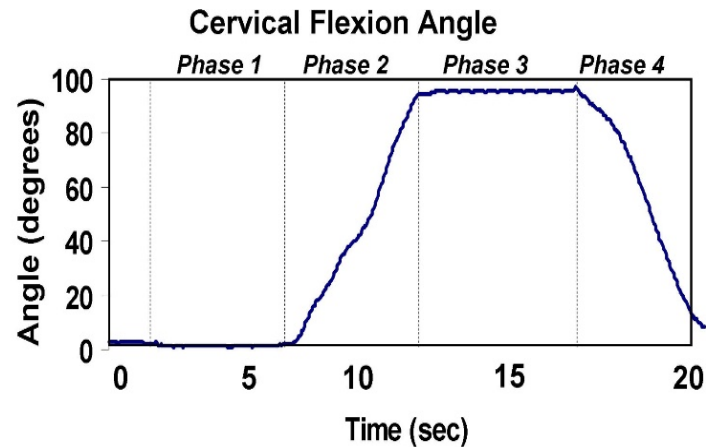
**INTERPRETATION DER ERGEBNISSE:** Die Kraft des Streckers ist größer als die Kraft des Beugers, was mit dem normalen Agonist-Antagonist-Verhalten übereinstimmt. Die hohe Wiederholbarkeit der Ergebnisse wird bestätigt (Variationskoeffizient (CV) <10%).

	FLEXION (Kg)	VERLÄNGERUNG (Kg)
Test 1	8.2	14
Test 2	8.9	13
Test 3	9	15
Durchschnitt	8.7	14
Maximum	9	15
CV	5.0	7.1

Isometric (Kg)



# Festigkeitsbeurteilung der Halswirbelsäule



## MESSGERÄTE: Oberflächen-EMG

Rohe Oberflächen-EMG-Kurve für den zervikalen Erector spinae (unten) von einem Probanden, der das Flexions-Relaxations-Phänomen mit Aktivierung vor der Re-Extension während des experimentellen Protokolls zeigt. Der zervikale Flexionswinkel ist ebenfalls dargestellt (oben). Die Daten werden für die verschiedenen Phasen des Protokolls dargestellt: aufrecht (Phase 1), Vorwärtsflexion (Phase 2), volle Flexion (Phase 3), Re-Extension (Phase 4). Bild und Hinweis aus Burnett, A., O'Sullivan, P., Caneiro, J. P., Krug, R., Bochmann, F., & Helgestad, G. W. (2009). "An examination of the flexion-relaxation phenomenon in the cervical spine in lumbo-pelvic sitting"; *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 19(4), e229-e236.

## Beispiel für Ergebnisse



Dieses Foto  
SA-NC



Im Folgenden kommentieren wir die Ergebnisse eines Falles nach einer funktionellen Beurteilung einer Halswirbelsäule. Bei diesem Test wird die Bewegung der Halswirbelsäule bei einfachen Aktivitäten **kinetisch** analysiert, um anomale oder nicht funktionelle Bewegungen als Nebenwirkung einer schmerzhaften Wirbelsäulenerkrankung zu erkennen.

Das verwendete Beurteilungsgerät ist das NEDCERVICAL/IBV, und die Aufzeichnungstechnik war die Photogrammetrie.

Um die Beurteilung durchzuführen, vergleicht dieses System die erhaltenen Ergebnisse mit denen einer Gruppe von Probanden, die mit den Merkmalen des Patienten vergleichbar sind (Datenbanken mit normalen und pathologischen Daten und nach Alter und Geschlecht segmentierte Daten).

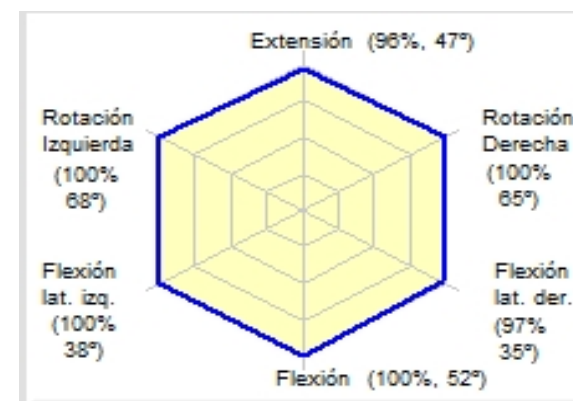
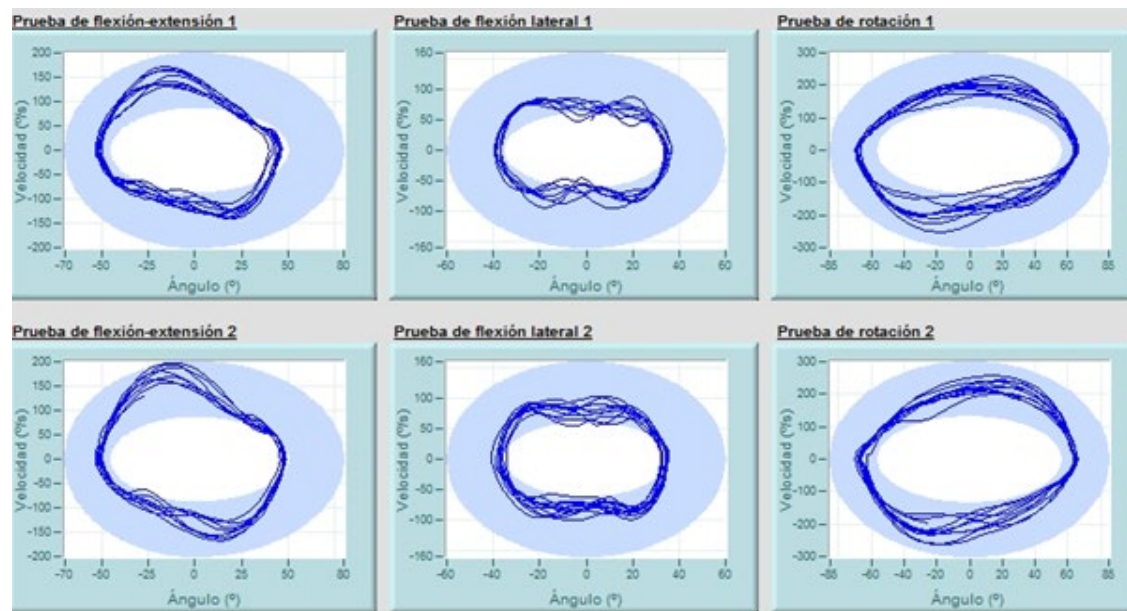
Das Beurteilungsprotokoll ist standardisiert und verwendet zwei Gesten:

**Limit-Test:** Hierbei werden die funktionellen Grenzen der Bewegung in jeder der Raumrichtungen analysiert.

**Funktionstest (oder Lichttest):** Hierbei wird die Bewegung der Halswirbelsäule analysiert, während der Patient in Richtung der an der Decke befindlichen Lichter starrt.

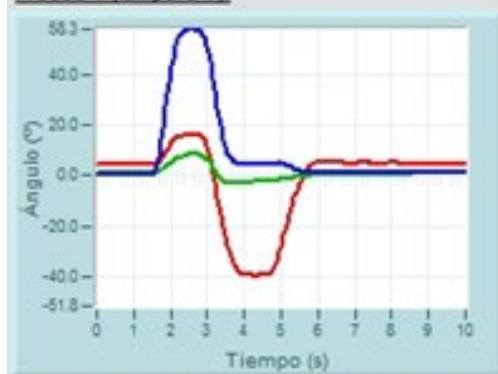
	Rango	Vel. máx.	Acel. máx.	Armonía	Rep. intraprueba
Flex.-ext. 1	96.9	100.0	100.0	100.0	100.0
Flex.-ext. 2	98.4	100.0	100.0	100.0	100.0
Flex. lat. 1	100.0	100.0	100.0	100.0	72.1
Flex. lat. 2	100.0	100.0	100.0	100.0	75.7
Rotación 1	100.0	100.0	100.0	100.0	81.6
Rotación 2	100.0	100.0	100.0	100.0	90.1

	Flex.-ext. 1	Flex.-ext. 2	Flex. lat. 1	Flex. lat. 2	Rotación 1	Rotación 2
Valoración	99.0	99.5	96.9	97.3	98.0	98.9
Rep. interprueba	99.7		99.0		98.1	



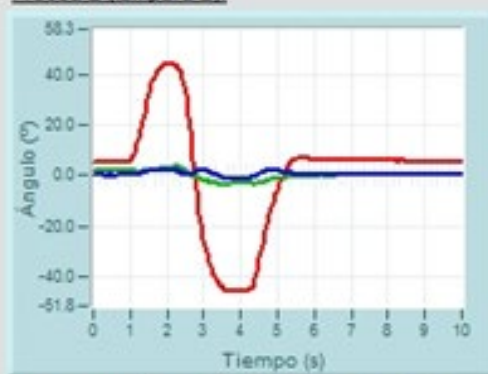


Prueba 1 (lámpara 1):



Flex.-extensión Flex. lateral Rotación

Prueba 2 (lámpara 2):



Flex.-extensión Flex. lateral Rotación

Prueba 3 (lámpara 3):



Flex.-extensión Flex. lateral Rotación

	Rango		Velocidad máxima		Aceleración máxima		Valoración
	Flex.-ext.	Rotación	Flex.-ext.	Rotación	Flex.-ext.	Rotación	
Prueba 1 (izq.)	100.0	100.0	100.0	100.0	95.1	100.0	99.2
Prueba 2 (central)	100.0	-	100.0	-	100.0	-	100.0
Prueba 3 (der.)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0



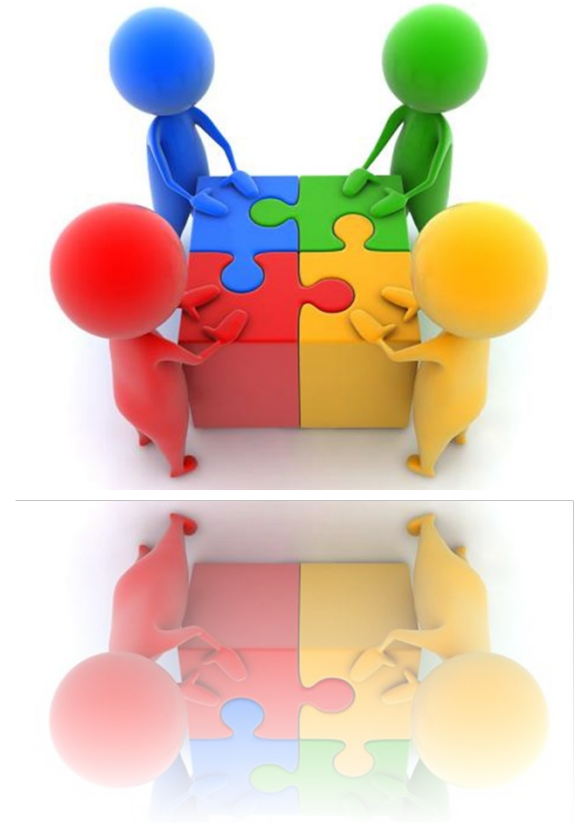
Normal

Die untersuchte Funktion gilt als normal, wenn der Normalitätsindex zwischen 90 und 100 % liegt.

Je niedriger der Normalitätsindex ist, desto größer ist der Grad der Funktionsveränderung.

## Aktivität der Klasse

Arbeiten an einem klinischen Fall  
(Dokument)





## Leitfaden für Fragen

Wie groß ist der durchschnittliche Bewegungsumfang für die maximale Extension, die für die Halswirbelsäule erfasst wurde?

Liegt die in den Rotationen erfasste Mobilität im Bereich der Normalität?

Was denken Sie generell über die Geschwindigkeit der Bewegungen?

Wurden die Anträge im Allgemeinen reibungslos ausgeführt?

Können die ausgeführten Bewegungen als wiederholbar angesehen werden?

Wurde der Funktionstest als eingeschränkt empfunden?

Funktionell, wie ist die Mobilität im Allgemeinen?



## Lösung für den Fall

Wie groß ist der durchschnittliche Bewegungsbereich für die maximale Extension, der für die Halswirbelsäule erfasst wurde? **58°**

Liegt die in den Rotationen erfasste Mobilität im Bereich der Normalität? **Ja**

Wie würden Sie im Allgemeinen die Geschwindigkeit der Bewegungen beschreiben? **Normal und passend zum entsprechenden Richtwert für Alter und Geschlecht.**

Wurden die Anträge im Allgemeinen reibungslos abgewickelt? **Ja**

Können die ausgeführten Bewegungen als wiederholbar angesehen werden? **Ja**

Wurde der Funktionstest als eingeschränkt empfunden? **Nein**

Funktionell, wie ist die Beweglichkeit im Allgemeinen? **Normal**



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.

