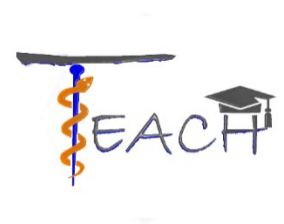


## Development of innovative training solutions in the field of functional evaluation aimed at updating of the curricula of health sciences schools



### MODUŁ BIOMECHANIKA KRĘGOSŁUPA

#### Jednostka Dydaktyczna D: ANALIZA INSTRUMENTALNA KRĘGOSŁUPA

#### D.3. Jak wygląda prawidłowa ocena biomechaniczna kręgosłupa szyjnego?



## Index

|   |    |
|---|----|
| 1. CELE 2   |    |
| 2. OCENA KLINICZNA I BIOMECHANICZNA                             | 3  |
| 3. OCENA FUNKCJONALNA KRĘGOSŁUPA SZYJNEGO.                      | 4  |
| 4. 4. OCENA ZAKRESU RUCHU ODCINKA SZYJNEGO KRĘGOSŁUPA (ROM)     | 6  |
| 5. OCENA KINEMATYCZNA KRĘGOSŁUPA SZYJNEGO                       | 11 |
| 6. OCENA KINEMATYCZNA W RAMACH CZYNNOCI ŻYCIA CODZIENNEGO (ADL) | 16 |
| 7. OCENA SIŁY KRĘGOSŁUPA SZYJNEGO                               | 17 |
| Ocena siły mięśniowej. Izometria odcinka szyjnego kręgosłupa    | 17 |
| Ocena aktywności mięśniowej. EMG powierzchniowe                 | 19 |
| 8. KLUCZOWE ZAGADNIENIA   | 22 |
| 9. REFERENCJE   | 23 |

## 1. Cele

---

- Zapoznanie się z celem oceny biomechanicznej w sferze klinicznej.
- Umiejętność rozpoznawania prawidłowych wyników biomechanicznej oceny odcinka szyjnego kręgosłupa.
- Zapoznanie się z interpretacją wyników oceny kinematycznej odcinka szyjnego kręgosłupa w normalnej populacji.
- Zapoznanie się z interpretacją wyników oceny siły mięśniowej odcinka szyjnego kręgosłupa w normalnej populacji.
- Zastosowanie zdobytej wiedzy w praktyce klinicznej.

## 2. Ocena kliniczna i biomechaniczna

Biomechanika zajmuje się analizą funkcjonowania ciała ludzkiego z mechanicznego punktu widzenia. Jest to nauka, która bada ciało ludzkie lub jeden z jego elementów z mechanicznego punktu widzenia, innymi słowy bada zachowanie ciał poddanych działaniu sił. W tym celu biomechanika opiera się na wiedzy z zakresu medycyny, biologii, fizyki i inżynierii, a jednym z jej zastosowań jest kliniczna biomechaniczna ocena funkcjonowania człowieka.

Wiedza z zakresu biomechaniki jest wykorzystywana do obiektywnej analizy reperkusji funkcjonalnych spowodowanych określonym urazem kręgosłupa lub patologią kręgosłupa na jego funkcje (ruchomość, podparcie i ochrona). Ocena ta opiera się na zastosowaniu protokołów pomiarowych, które wykorzystują techniki z użyciem przyrządów i które są przeprowadzane w laboratorium analizy ruchu człowieka, czyli w laboratorium biomechanicznym. Testy biomechaniczne oceniające kręgosłup pozwalają na ocenę jego funkcjonowania, czyli sprawności układu nerwowo-mięśniowo-szkieletowego w zakresie ruchomości, w przeciwieństwie do większości klasycznych badań, w których osoba badana jest właściwie bierna.

Należy pamiętać, że celem oceny biomechanicznej jest obiektywne potwierdzenie i ilościowe określenie istnienia zmian funkcjonalnych w kręgosłupie szyjnym osoby badanej, niezależnie od tego, co mogło je spowodować. Dlatego też testy te nie zastępują wywiadu ani badania przedmiotowego pacjenta, a analiza ich wyników musi pozostać w sferze klinicznej.

Szczegóły protokołów pomiarowych, o których mowa w tej jednostce, można zobaczyć w Jednostce Dydaktycznej D1, " Jakie są dostępne protokoły oceny instrumentalnej biomechaniki szyjnego odcinka kręgosłupa?".

Należy pamiętać o elementach, które składają się na test oceny mechanicznej:

- Jaka **funkcja** jest oceniana.
- Jaki **instrument** i jaka **technika** jest w nim wykorzystywana.
- Jaki **protokół oceny** został zastosowany.
- Jakich **wyników dostarcza**, w jakich jednostkach i za pomocą jakich technik analizy danych zostały one uzyskane.
- **Standaryzowane kryteria interpretacji**.

Temat ten koncentruje się na analizie wyników oceny kręgosłupa szyjnego wśród normalnej populacji z wykorzystaniem technik analizy biomechanicznej. Studenci nabędą umiejętności ich interpretacji, a na koniec będą w stanie rozpoznać wyniki i stwierdzić, jak mają się one do normalnego wzorca funkcjonalności kręgosłupa szyjnego.

### 3. Ocena funkcjonalna kręgosłupa szyjnego.

Kręgosłup szyjny znajduje się w górnej części kręgosłupa i pełni potrójną funkcję: podporową, ruchową i ochronną. Umożliwia więc utrzymanie głowy w górze i poruszanie nią, co z kolei, biorąc pod uwagę znaczenie sensoryczne tego segmentu ciała, jest niezbędne dla większości czynności życia codziennego (DLA). Jest zatem oczywiste, że ocena funkcjonalna kręgosłupa szyjnego, biorąc pod uwagę jego ogólne znaczenie funkcjonalne, jest bardzo interesująca, zwłaszcza ze względu na dużą częstość występowania pewnego rodzaju upośledzenia funkcjonalnego w przypadku urazu lub bólu kręgosłupa szyjnego.

W związku z tym wiadomo, że istnieje wiele stanów klinicznych, które mogą powodować upośledzenie ruchomości kręgosłupa szyjnego, ograniczając w ten sposób funkcjonalność pacjentów i utrudniając wykonywanie niektórych codziennych czynności. Na przykład, u pacjentów po zespole biczowym z klasyfikacją od stopnia IIA w górę wg klasyfikacji Quebec często występuje ograniczenie aktywnego, a czasem pasywnego zakresu ruchu (ROM). Fakt ten potwierdzają różni autorzy, np. Baydal<sup>1</sup> w swojej pracy doktorskiej, w której również wyjaśnia, że istnieje istotna korelacja pomiędzy upośledzeniem ROM a subiektywnymi objawami zgłaszanymi przez pacjentów. Niektórzy autorzy wskazują również na korelację między odzyskaniem ROM a pozytywną ewolucją po urazie komunikacyjnym kręgosłupa szyjnego i uważają, że jest to czuły parametr pozwalający odróżnić osoby zdrowe od patologicznych. W rzeczywistości, ten sam autor w innej pracy<sup>2</sup>, w której dokonano oceny funkcjonalnej poprzez badanie kinematyczne kręgosłupa szyjnego, stwierdził istotne różnice w zakresie ruchu (ROM) pomiędzy osobami patologicznymi (zespół smągnięcia biczem) i zdrowymi, z niższym ROM u tych pierwszych.

Ou i współautorzy<sup>3</sup> zwracają uwagę na współwystępowanie objawów takich jak sztywność, osłabienie i ograniczenie ruchomości w kontekście bólu kręgosłupa szyjnego. Wykorzystują oni pomiar tego elementu (ROM) do oceny ogólnej poprawy w grupie pacjentów po zastosowaniu danego leczenia (w tym przypadku olejków eterycznych), stwierdzając istotną różnicę w wartościach ruchomości przed i po, co z kolei wiązało się z poprawą innych objawów, takich jak ból. Wielu innych autorów<sup>5-11</sup> również wykorzystuje lub proponuje pomiar ruchomości kręgosłupa szyjnego w celu funkcjonalnej oceny grupy pacjentów z określoną patologią lub w celu zaobserwowania efektu danego leczenia<sup>12</sup>.

Mimo to należy wziąć pod uwagę, że nie zawsze będzie to miało wpływ na ROM, ponieważ będzie to zależało od rodzaju patologii szyjnej i stopnia jej zaangażowania. Na przykład w badaniu przeprowadzonym przez Lluch i współautorów<sup>4</sup> porównującym dwie grupy pacjentów z przewlekłym bólem szyjnym, poddanych różnym rodzajom leczenia, nie znaleziono znaczących różnic dla tego parametru (ROM) po interwencji w żadnej z grup, chociaż były one w innych pozycjach, takich jak ból. Wskazuje to, że czasami wskazane mogą być również inne rodzaje podejścia skupiające się na innych rodzajach zmiennych, takich jak pomiar bólu, siły mięśniowej czy aktywności.

Dla oceny funkcjonalnej kręgosłupa szyjnego, podejście kinematyczne wydaje się być kluczowe, ponieważ jednym z najważniejszych zmiennych, które wykazują upośledzenie u pacjentów z bólem lub innymi rodzajami patologii szyjnego odcinka kręgosłupa są: zakres ruchu (ROM), który ma fundamentalne znaczenie dla wielu czynności życia codziennego oraz kontrola motoryczna, która może być mierzona kinematycznie za pomocą różnych

specyficznych testów. Ponadto, istotne znaczenie może mieć również pomiar siły lub aktywności mięśni szyjnych.

## 4. 4. Ocena zakresu ruchu odcinka szyjnego kręgosłupa (ROM)

Prawidłowy kręgosłup szyjny może wykonywać ruchy w sześciu stopniach swobody. Fizjologicznymi wzorcami ruchu dla kręgosłupa są zgięcie-wyprost, zgięcie boczne i rotacja osiowa. Zgięcie-wyprost jest ruchem w płaszczyźnie strzałkowej, składającym się z rotacji i translacji. Podobnie, zgięcie boczne jest ruchem również łączącym rotację i translację, ale w płaszczyźnie czołowej. Z drugiej strony rotacja osiowa jest czystym ruchem obrotowym wokół osi podłużnej kręgu.

W przypadku braku obciążeń zewnętrznych ruch kręgosłupa jest wynikiem aktywności mięśni. Mięśnie agonistyczne inicjują ruch, natomiast antagonistyczne hamują go. Zakres ruchu kręgów jest różny w zależności od miejsca, w którym się znajdują, głównie w zależności od ustawienia powierzchni stawowych. Ogólny ruch kręgosłupa można uznać za połączone działanie zespołu jednostek funkcjonalnych kręgów i to właśnie ten ogólny ruch ocenia się za pomocą testów biomechanicznych.

Jednakże, aby zmierzyć zakres ruchu kręgosłupa szyjnego i uzyskać wiarygodne wyniki, konieczne jest uwzględnienie powtarzalnej pozycji wzorcowej. Oznacza to, że do wykonania pomiarów niezbędny jest bardzo dokładny protokół. Na zakres ruchu mają wpływ takie zmienne jak wiek i płeć. Na przykład, zakres ruchu szyjnego dla kobiety w wieku 70 lat nie jest taki sam jak dla 20-letniej kobiety lub mężczyzny w tym samym wieku. Mimo to, opublikowano niewiele wyników uwzględniających tę różnicę. Większość pozycji bibliograficznych wskazuje na różnice między płciami, w których kobiety mają większą ruchomość kręgosłupa szyjnego niż mężczyźni, ale różnice te nie są istotne statystycznie<sup>12</sup>. Wiek wpływa na ruchomość odcinka szyjnego i z tego powodu w latach 60-tych XX wieku Ferlic i wsp.<sup>13</sup> przeprowadzili badania mające na celu określenie wpływu wieku na zakres ruchu odcinka szyjnego. Stwierdzili oni, że w przedziale wiekowym od 15 do 74 lat spadek ruchomości wynosił 21% dla zgięcia-wyprostu, 35% dla zgięcia bocznego i 20% dla rotacji osiowej. W 1992 roku Youdas<sup>14</sup> opublikował bardziej definitywne informacje na temat zakresu ruchu kręgosłupa szyjnego, mierzonego za pomocą elektrogoniometrii i testów ruchomości biernej. W jego pracy można zobaczyć wyniki (średnia i odchylenie standardowe) z podziałem na płeć i wiek. Autor stwierdził, że ruchomość zmniejsza się o około 4° na dekadę zarówno u mężczyzn, jak i u kobiet. Ostatnio, w 2000 roku, opublikowano tabele ruchów Castro<sup>15</sup>. Wyniki przedstawiono w segmentach według wieku i płci, a zastosowaną techniką pomiarową był system ultradźwiękowy. Istnieją również tabele Ferrario z 2002 roku<sup>16</sup>, które są podzielone na segmenty według płci, ale nie według wieku. Pomiaru te zostały wykonane przy użyciu fotogrametrii. Ze swojej strony American Medical Association i American Academy of Orthopaedic Surgeons<sup>17</sup> opublikowały wzorce normalności dla zakresów ruchu w odcinku szyjnym, ale nie dokonały ich segmentacji według płci i grup wiekowych.

Ta różnorodność danych w publikacjach naukowych prowadzi do koniecznej refleksji nad analizą, którą można obecnie przeprowadzić w celu dokładniejszej interpretacji wyników: należy je porównać z tymi, które zostały uzyskane przy użyciu tej samej techniki pomiarowej i protokołu oceny.

Podsumowując, należy podkreślić, że istnieją trzy możliwości interpretacji wyników oceny biomechanicznej szyjnego zakresu ruchu. Uzyskane wyniki można porównać z wynikami uzyskanymi od grupy osób porównywalnych z charakterystyką osoby ocenianej i mierzonych

tą samą techniką pomiarową i protokołem (poprzez porównanie z bazami danych). Alternatywnie, wyniki uzyskane od tego samego uczestnika mogą być również porównywane, gdy są one uzyskane w różnych sesjach oceny w ramach tego samego procesu klinicznego. Inną opcją jest porównanie wyników z wartościami wzorcowymi, które zostały zaakceptowane i zwalidowane przez społeczność naukową. Ta ostatnia możliwość jest bardzo często wykorzystywana w klinicznych ocenach ruchu stawów, aczkolwiek ze świadomością, że stwierdzone upośledzenia mogą być wyjaśnione przez czynniki związane z różnicami w budowie fizycznej osoby badanej lub zastosowanej aparatury i protokołu pomiarowego. W takich przypadkach należy być ostrożnym w interpretacji i zawsze brać pod uwagę dane kliniczne pacjenta.

Poniżej przedstawiono rodzaje wyników uzyskanych po ocenie zakresu ruchu technikami biomechanicznymi oraz znormalizowane kryteria ich interpretacji.

### Ocena za pomocą inklinometrów

Inklinometria jest prostą, przenośną techniką umożliwiającą pomiar ruchomości kręgosłupa szyjnego. Amerykańskie Towarzystwo Medyczne (AMA)<sup>17</sup> uważa ją za realną i potencjalnie dokładną technikę określania ruchomości kręgosłupa, ponieważ łatwo jest wyczuć palpacyjnie podskórne struktury kostne, które wskazują końce trzech regionów (szyjnego, grzbietowego i lędźwiowego).



Rysunek 1. System z dwoma elektronicznymi inklinometrami, umieszczonymi nad odpowiednimi wypukłościami kostnymi (potyliczna, D1) do oceny maksymalnego zakresu ruchu zgięcia i wyprostu kręgosłupa szyjnego.

Wynik uzyskany z tego typu urządzenia pomiarowego to:

- **Maksymalny zakres w stopniach** czynnego ruchu dla ocenianego segmentu kręgosłupa.

Bezpośrednio lub pośrednio z tego wyniku można uzyskać lub obliczyć:

- **Utratę lub upośledzenie ruchu (IM)** w procentach dla ocenianego segmentu w porównaniu do wartości wzorcowych.

W ramach maksymalnego zakresu lub zasięgu ruchu, wartości ruchu mogą być przedstawione w kategoriach zakresu całkowitego, co daje wartość całkowitą dla płaszczyzn strzałkowej, czołowej i poprzecznej, czyli trzech wyników. Można je również przedstawić poprzez główne



kierunki ruchu: zgięcie i wyprost. Tak więc w pełnej ocenie ruchu kręgosłupa szyjnego występuje sześć wyników: zgięcie, wyprost, zgięcie boczne prawe, zgięcie boczne lewe, rotacja prawa i rotacja lewa.

Aby dokonać interpretacji wyników tego rodzaju testu, należy porównać je z wynikami uzyskanymi w grupie osób zdrowych, porównywalnych pod względem charakterystyki z osobą ocenianą i mierzonych tą samą techniką i protokołem pomiarowym. Mimo to, najczęściej porównuje się wyniki z wartościami wzorcowymi ruchu szyjnego, które zostały zaakceptowane i zatwierdzone przez środowisko naukowe. Inną, w pełni uzasadnioną możliwością jest porównanie wyników uzyskanych dla tej samej osoby podczas różnych sesji oceny.

Poniżej przedstawiono wyniki dla aktywnego zakresu ruchu w odcinku szyjnym kręgosłupa uzyskane podczas biomechanicznej oceny odcinka szyjnego kręgosłupa u osoby bez patologii lub dolegliwości bólowych w obrębie kręgosłupa szyjnego. Do wykonania pomiaru wykorzystano technikę z dwoma inklinometrami oraz zastosowano zalecenia Amerykańskiego Towarzystwa Medycznego (AMA) dotyczące pomiaru kręgosłupa szyjnego dla pozycji i liczby powtórzeń pomiaru.

|                | Pos. Neutra (OCC/D1) | Pos. Flexión (OCC/D1) | Pos. Extensión (OCC/D1) | Flexión | Criterio AMA | Extensión | Criterio AMA |
|----------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|---------|--------------|-----------|--------------|
| 1 <sup>a</sup> | 9,7° / 19,6°         | 64,4° / 51,3°         | -37,8° / 1,3°           | 23,0°   | OK           | 29,0°     | OK           |
| 2 <sup>a</sup> | 12,7° / 21,0°        | 66,8° / 51,6°         | -36,8° / -0,7°          | 23,0°   | OK           | 27,0°     | OK           |
| 3 <sup>a</sup> | 8,0° / 17,3°         | 67,9° / 51,9°         | -43,9° / -6,4°          | 25,0°   | OK           | 28,0°     | OK           |

Rysunek. 2. Wyniki zarejestrowane przez każdy inklinometr (technika z dwoma inklinometrami) umieszczony nad potylicą (OCC) i pierwszym wyrostkiem kolczystym grzbietowym (D1) w celu oceny zakresu zgięcia-wyprostu kręgosłupa szyjnego. Kryterium powtarzalności pomiarów jest spełnione (kryterium AMA).

Wyniki przedstawione na Rysunku 2 spełniają kryteria powtarzalności zdefiniowane przez Amerykańskie Towarzystwo Medyczne. Dlatego też wyniki dla zgięcia i wyprostu kręgosłupa szyjnego uzyskane w trzech kolejnych testach uznaje się za ważne. Ostateczne upośledzenie ruchomości brane pod uwagę to takie, które odpowiada największemu kątowi zmierzonemu w trzech testach.

Jeśli przeanalizujemy wyniki w przykładzie, pacjent uzyskał wartości 54,7°, 54,1° i 59,9° dla zgięcia z inklinometrem umieszczonym na potylicy dla trzech powtórzeń. Zginanie dla inklinometru umieszczonego na D1 wynosi 31,7°, 39,6° i 34,6°. Wartości te są wynikiem odjęcia wartości z każdego inklinometru przy maksymalnym zgięciu od wartości podanej w pozycji neutralnej. Na przykład, w pierwszym powtórzeniu dla inklinometru nad potylicą, od wartości uzyskanej w pozycji neutralnej (9,7°) odejmuje się pozycję maksymalnego zgięcia (64,4°), co daje 54,7° jako wynik dla rzeczywistego zgięcia z tym inklinometrem. W przypadku D1 stosuje się tę samą procedurę, odejmując maksymalną wartość zgięcia (51,3°) od wartości uzyskanej w pozycji neutralnej (19,6°), co daje wynik rzeczywistego zgięcia 31,7° dla tego inklinometru. Następnie, rzeczywiste zgięcie kręgosłupa szyjnego stwierdzone za pomocą dwóch inklinometrów w pierwszym powtórzeniu uzyskuje się poprzez odjęcie rzeczywistego zgięcia stwierdzonego za pomocą inklinometru przy potylicy od zgięcia stwierdzonego za pomocą inklinometru przy D1 (54,7° - 31,7°), co daje wynik 23° dla maksymalnego zgięcia. Ta

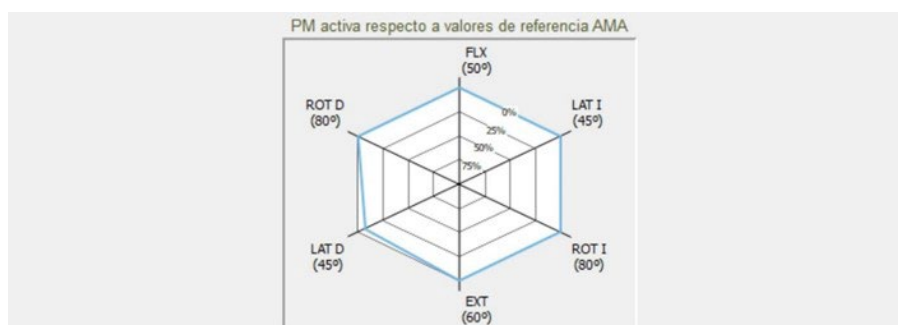
procedura obliczeniowa jest stosowana we wszystkich badaniach, niezależnie od mierzonego ruchu. Jeśli inklinometry są używane z oprogramowaniem, obliczenia są przeprowadzane automatycznie, co pomaga lekarzowi oceniającemu w przeprowadzeniu procedury.

Stosując tę samą procedurę obliczeniową, w drugim powtórzeniu otrzymujemy 23°, a w trzecim 25°. Średni kąt dla zgięcia szyjnego wynosi 23,7°, a trzy wyniki nie odbiegają od średniej o więcej niż 5°. Zatem kryteria ważności obliczeń zostały spełnione i służą do interpretacji wyników z klinicznego punktu widzenia maksymalnego kąta zgięcia dla prawidłowej serii, który w tym przypadku wynosiłby 23°. Poniższe rysunki przedstawiają wynik końcowy (po wykonaniu wszystkich obliczeń) dla oceny odcinka szyjnego kręgosłupa przy użyciu dwóch inklinometrów u osoby bez ograniczeń ruchowych.

|                           | 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%                       |

Rysunek 3. Wyniki dla maksymalnego zakresu ruchu kręgosłupa szyjnego oraz procentowej utraty lub upośledzenia ruchomości (IM) dla każdego z testów w porównaniu do wartości wzorcowych Amerykańskiego Towarzystwa Medycznego (AMA). Do uzyskania tych wyników zastosowano dwa inklinometry.

Innym sposobem przedstawienia wyników jest poniższy wykres:



Rysunek 4. Wykres porównujący procentowe upośledzenie czynnej ruchomości odcinka szyjnego kręgosłupa z wartościami wzorcowymi Amerykańskiego Towarzystwa Medycznego (AMA) dla każdej z ocenianych osi ruchu. W nawiasach podano wartości wzorcowe, a procentowe upośledzenie ruchomości zaznaczono niebieską linią.

Aby zinterpretować ten rodzaj oceny, zaleca się, aby studenci postępowali zgodnie ze standardowymi kryteriami interpretacji, szukając odpowiedzi dla siebie:

- Jaki jest maksymalny zakres zarejestrowany dla każdego z ruchów?
- Czy ruch zarejestrowany dla każdej z osi mieści się w granicach normalności?
- Jakie wartości zostały przyjęte jako wzorce normalności?
- Jaki jest najbardziej ograniczony ruch lub ten, który powoduje największą utratę ruchomości? A najmniej ograniczony?
- Czy odnotowana utrata ruchomości jest znacząca?
- Czy stwierdzono znaczące asymetrie w lateralności ruchów?

Stosując te kryteria interpretacji, można udzielić odpowiedzi na wyniki z podanego przykładu. Na przykład, interpretacja, którą należałoby przeprowadzić byłaby następująca:

Jak widać na rysunku 3, uzyskano maksymalną wartość  $80^\circ$  dla zgięcia;  $70^\circ$  dla wyprostu;  $45^\circ$  i  $42^\circ$  odpowiednio dla zgięcia bocznego lewego i bocznego prawego; oraz  $80^\circ$  dla każdego z obrotów.

Ogólnie rzecz biorąc, wartości te uznaje się za normalne dla ruchu kręgosłupa szyjnego, biorąc pod uwagę, że są one większe niż wartości wzorcowe stosowane w tej ocenie ( $50^\circ$  dla zgięcia;  $60^\circ$  dla wyprostu;  $45^\circ$  dla zgięcia bocznego i  $80^\circ$  dla rotacji), jak widać na wykresie na rysunku 4.

Można powiedzieć, że prawe zgięcie boczne jest nieco poniżej wartości wzorcowej ( $42^\circ$  w porównaniu z  $45^\circ$ ), ale różnica jest nieistotna, ponieważ upośledzenie ruchomości (IM) wynosi poniżej 10%. Utratę ruchomości można zacząć uważać za istotną, gdy wynosi ona powyżej 10%.

Nie odnotowano istotnych asymetrii, gdyż jedyna różnica dotyczy przechyłów bocznych i wynosi tylko  $3^\circ$ .

Podsumowując, w przedstawionym przypadku ostateczna interpretacja danych zarejestrowanych za pomocą inklinometrów jest taka, że ruchomość szyjna pacjenta jest dobra, generalnie równa lub wyższa od wartości ruchów, które przyjęto za punkt odniesienia, i nie ma istotnych asymetrii. W związku z tym ruchomość uznaje się za prawidłową, bez upośledzenia ruchomości w analizowanych ruchach szyjnych.

## 5. Ocena kinematyczna kręgosłupa szyjnego

Kinematyczna analiza ruchu nie tylko podaje zakres ruchu (ROM), ale również umożliwia jego dokładniejsze określenie, np. poprzez rejestrację ruchów sprzężonych, obliczanie prędkości ruchu oraz analizę jego płynności i powtarzalności.

Dwie z technik wykorzystywanych do oceny wspomnianych parametrów kinematycznych to fotogrametria i czujniki inercyjne. Aby uzyskać kinematyczne parametry ruchu dla odcinka szyjnego kręgosłupa, pacjent musi wykonać cykliczny ruch osiągając maksymalny zakres ruchu z prędkością, która jest dla niego komfortowa. W ocenie kinematycznej kręgosłupa szyjnego można porównać uzyskane wyniki z grupą kontrolną osób (grupa osób zdrowych). Istnieją pewne dane porównawcze, które pozwalają na prawidłowe określenie wyników. Należy pamiętać, że w takich przypadkach, aby dokonać właściwego, poprawnego porównania, musi być zastosowana ta sama technika pomiarowa i ten sam protokół oceny.

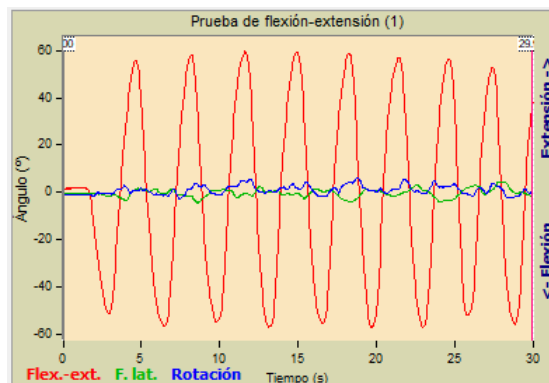
Dzięki zastosowaniu systemu analizy kinematycznej uzyskuje się również informacje o ruchach kręgosłupa w innych płaszczyznach. Jest to normalne zjawisko, ponieważ ruchy wykonywane przez kręgosłup są ruchami sprzężonymi. Ruchy sprzężone to obroty i translacje, które są związane z innymi jednoczesnymi ruchami obrotowymi lub translacyjnymi na innej osi. Te ruchy sprzężone, wraz z ruchami pierwotnymi, stanowią część ruchu szyjnego, a u osób bez objawów charakterystyczne jest występowanie indywidualnych odchyłań. Jedną z przyczyn kontrowersji jest to, czy wiek ma wpływ na sprzężenie. W badaniu z udziałem zdrowych kobiet i mężczyzn Trott i wsp.<sup>18</sup> zaobserwowali, że wiek miał niewielki wpływ. Z drugiej strony Malmstrom i wsp.<sup>19</sup> w podobnej do tego badania próbie zaobserwowali, że wiek miał znaczący wpływ.

W celu **interpretacji wyników** kinematycznej oceny ruchu kręgosłupa szyjnego zaleca się, aby do kryteriów skomentowanych w poprzednim rozdziale (ocena z użyciem inklinometrów) dodać następujące elementy:

- Jaka była prędkość ruchu w każdej z osi? Czy był to ruch wolny czy szybki?
- Czy wzorzec ruchu był powtarzalny?
- Czy ruch był płynny?

Aby zastosować te kryteria interpretacyjne podczas zapoznawania się z wynikami uzyskanymi w tego typu ocenie, poniżej przedstawiono nagranie cyklicznego ruchu zgięcia-wyprostu kręgosłupa szyjnego dla osoby bez dolegliwości bólowych i patologii w obrębie kręgosłupa szyjnego. Do pomiaru wykorzystano system fotogrametrii, który zarejestrował kilka kolejnych cykli zgięcia-wyprostu kręgosłupa szyjnego przez 30 s (linia czerwona) z prędkością komfortową dla mierzonej osoby.

W tym przypadku, główna część ruchu odbywała się w płaszczyźnie strzałkowej. Czerwona linia reprezentuje całkowity kąt zgięcia (przedstawiony ze znakiem ujemnym) i wyprostów (przedstawiony ze znakiem dodatnim). Ponadto, można zauważyć, że istnieje pewna sprzężona składowa ruchu w pozostałych dwóch osiach, z minimalną rotacją (przedstawioną na niebiesko) i zgięciem bocznym (przedstawionym na zielono) z tym związanym. U osób z patologią kręgosłupa szyjnego i bólem powodującym zmiany funkcjonalne powszechnie obserwuje się ograniczenie ruchu w tym teście.



Rysunek 5. Przedstawia ruch zgięcia-wyprostów kręgosłupa szyjnego (linia czerwona) w czasie (30 s) wraz z ruchami sprzężonymi (linie zielona i niebieska) uzyskanymi w kinematycznym układzie analizy (fotogrametria 3D).

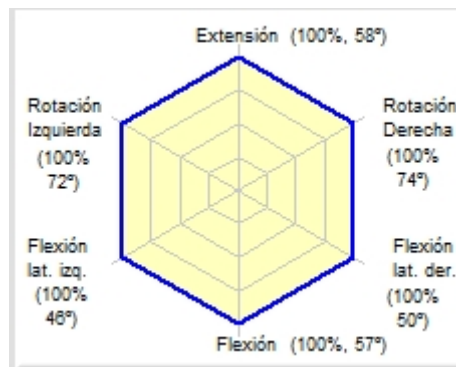
Na podstawie wyników przedstawionych na powyższym wykresie (rys. 5) można stwierdzić, że ruch szyjny mierzonej osoby był szybki, co jest zgodne z normalnym wzorcem. Szybkość ruchu wynika z tego, że w ciągu 30 s wykonywanych jest 8-9 cykli zgięcia-wyprostów z komfortową prędkością. Gdyby ruch był powolny, liczba cykli zarejestrowanych w tym przedziale czasu byłaby znacznie mniejsza. Widzimy to również w poprzednich tematach, gdy poruszaliśmy temat oceny odcinka szyjnego w patologii kręgosłupa szyjnego.

Na wykresie z tego typu wynikami podajemy również maksymalny osiągnięty zakres ruchu w odcinku szyjnym. W celu uzyskania bardziej precyzyjnych danych należałoby sięgnąć po wartości liczbowe maksimum w każdym z cykli i uzyskać ich średnią jako reprezentatywną dla ruchu szyjnego. W tym konkretnym przypadku, przybliżone maksimum  $60^{\circ}$  jest osiągnięte dla wyprostów i zgięć szyjnego, co można zaobserwować poprzez określenie wartości maksymalnych szczytów krzywych (cykli ruchu) na rysunku 5.

Innym sposobem przedstawienia wyników jest odniesienie się jedynie do stopni ruchomości (zakresów ruchu) i porównanie ich z punktem odniesienia, czy to wartościami AMA, jak zaobserwowano powyżej w przypadku inklinometrów, czy też wartościami ze zdrowej próbki kontrolnej wykonującej gest z zastosowaniem tego samego protokołu i techniki pomiarowej opartej na przyrządach. W tym celu, aby przeprowadzić właściwą interpretację musimy wiedzieć jakiego rodzaju wartości są używane jako punkt odniesienia.

W przykładzie przedstawionym na poniższym wykresie, wartości wzorcowe pochodzą z bazy danych osób bez bólu lub patologii szyjnego odcinka kręgosłupa, które zostały zmierzone przy użyciu tej samej techniki pomiarowej i protokołu, co osoba oceniana. Jeśli ten aspekt nie jest

wskazany w przedstawionych wynikach lub raporcie, nie jest możliwe poznanie go po prostu widząc ten wykres (Rysunek 6).



Ryc. 6. Wizualny sześciokąt obserwowanego zakresu ruchu wraz z jego procentem prawidłowości. Pokazuje on zakres ruchu w stopniach oraz procent prawidłowości odpowiadający temu zakresowi, zgodnie z porównaniem z bazą danych osób bez patologii szyjnego odcinka kręgosłupa, jak wynika z zastosowanej aparatury pomiarowej (NedCervical/IBV)..

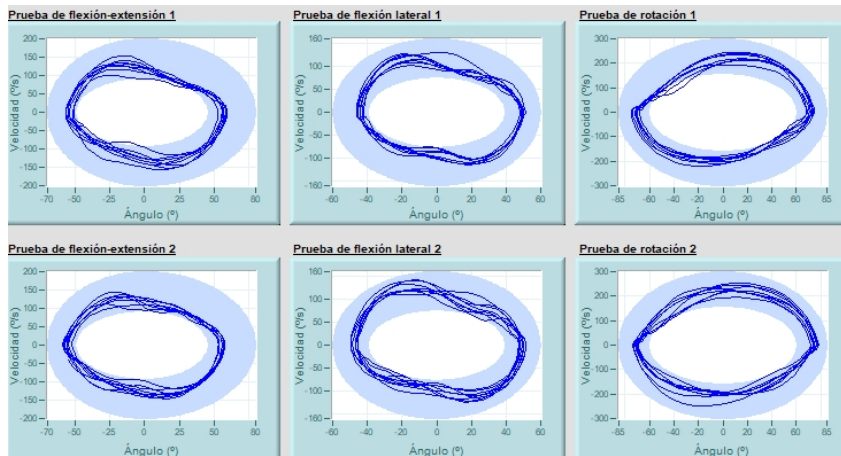
Rycina 6 przedstawia wartości bezwzględne w stopniach uzyskane dla każdej z osi ruchu oraz sytuację dla średniego zakresu ruchu wykonywanego przez osobę ocenianą (linia niebieska) w porównaniu do wzorca (baza danych normalności z systemu oceny kręgosłupa szyjnego NedCervical/IBV). W tym systemie oceny, wzorzec ten jest podzielony na segmenty według wieku i płci. Im dalej niebieska linia znajduje się poza tym wykresem, tym bardziej prawidłowe lub zbliżone do prawidłowych zakresów ruchu są wyniki dla ocenianej osoby.

W podanym przykładzie, zakresy ruchu są uważane za normalne we wszystkich analizowanych ruchach. Istnieje również obiektywny dowód na symetrię w stopniach rotacji i zgięcia bocznego, ponieważ różnica między stopniami wykonywanymi na jedną i drugą stronę jest niewielka. Wartość w nawiasie i procent wskazują, jak blisko ten konkretny ruch jest do tego, co jest uważane za normalne w zastosowanym systemie oceny, przy czym za normalność uważa się wartość pomiędzy 90% a 100%. Najdalej od tego byłoby 0%. Ten sposób interpretacji wyniku jako procentu normalności występuje tylko w aplikacji NedCervical/IBV. Jeśli chciałbyś dowiedzieć się więcej na ten temat, możesz przeczytać poniższy artykuł<sup>20</sup>:

Baydal Bertomeu, J.M., Serra Añó, M.P., Garrido Jaén, J.D., López Pascual, J., Matey, F., Gimeno, C., Soler, C., Dejoz, R. "Development of a new method for evaluating cervical mobility based on photogrammetry techniques." (*"Desarrollo de una nueva metodología para la valoración de la movilidad cervical basada en técnicas de fotogrametría."*) *Rehabilitación*, 2007; 41(2):53-60

Jak widzieliśmy na Rysunku 5, kiedy kręgosłup się porusza, robi to z większą lub mniejszą prędkością. Analiza tej prędkości pomaga również wyjaśnić charakterystykę wykonywanego ruchu i pozwala odróżnić normalny lub zmieniony wzorzec ruchu. Ohberg<sup>21</sup> zidentyfikował prędkość kątową jako zmienną najbardziej odróżniającą grupę zdrową od patologicznej. Inni autorzy, tacy jak Grip<sup>22</sup> i Sløjander<sup>23</sup> również badali ten parametr i chociaż jego zdolność dyskryminacyjna nie była tak znacząca, są oni zgodni w ustaleniu, że najczęstszym wzorcem jest zmniejszenie prędkości ruchu w grupie osób z patologią szyjki macicy i bólem w porównaniu z grupą kontrolną osób bez patologii i bólu szyjki macicy.

Poniższe wykresy przedstawiają ruchy kręgosłupa szyjnego wykonywane przez człowieka dla każdej z osi ruchu (zgięcie-wyprost, zgięcia boczne i rotacje). W tym przypadku prędkość kątowna ruchu kręgosłupa szyjnego ( $^{\circ}/s$ ) jest przedstawiona na tle kąta ruchu ( $^{\circ}$ ).



Rysunek 7. Wykresy przedstawiające prędkość kątową w odniesieniu do kąta ruchu szyjnego dla dwóch zapisów każdego z ruchów (zgięcie-wyprost, zgięcia boczne i rotacja). Niebieska wstęga reprezentuje normalny wzorzec uwzględniony w zastosowanym aparacie pomiarowym, który działa jako wzorzec, aby dowiedzieć się, jaki jest ruch osoby badanej (NedCervical/IBV).

Jeśli pokazywane są nam wykresy tego rodzaju, musimy wiedzieć, co jest reprezentowane, a następnie możemy zobaczyć uzyskane zakresy i prędkość ruchu, która została użyta do ich osiągnięcia. W tym przypadku, niebieski pasek wskazuje, gdzie wzór jest, że działa jako punkt odniesienia, aby wiedzieć, czy ruch wykonywany jest w ramach normalnego wzorca, czy nie. Za normalny wzorzec uważa się taki, który ma dobry zasięg (szeroki) i dobrą prędkość ruchu (szybki). Jeśli tak nie jest, można zobaczyć, czy jest to zbyt daleko.

Kolejną informacją, jaką możemy znaleźć dzięki analizie kinematycznej ruchu, jest płynność, z jaką jest on wykonywany. Informacja ta związana jest z brakiem chwiejności lub zatrzymań podczas ruchu szyi, co może być związane z bolesnymi punktami na drodze ruchu stawu lub dobrowolną kontrolą gestu z powodu strachu przed bólem. Jeśli chodzi o płynność ruchu, istnieją badania, które pokazują, że uraz neurologiczny może wpływać na kontrolę nad ruchem, a tym samym znacząco zmniejszać płynność jego wykonywania<sup>24,25</sup>. Sjöländer<sup>23</sup> stwierdził, że osoby z bólem kręgosłupa szyjnego miały mniejszą płynność ruchu.

Powtarzalność jest kolejnym parametrem, który jest mierzony w tego typu ocenie. Parametr ten daje informacje o stabilności wyników uzyskanych w tej samej pojedynczej sesji. Informacja ta jest związana z zaangażowaniem lub wysiłkiem, jaki pacjent wkłada w wykonanie pomiaru na miarę swoich fizycznych możliwości. Wysoka powtarzalność w ocenie pozornie zdrowej osoby nadaje spójność uzyskanym wynikom. W końcu, mierzona powtarzalność, często poprzez współczynnik zmienności (współczynnik uzyskany przez podzielenie odchylenia standardowego powtórzeń przez średnią i pomnożenie przez 100), ustanawia procent określający spójność działania przeprowadzonego przez ocenianą osobę. Według Dvir i wsp.<sup>26</sup> współczynnik zmienności ruchomości odcinka szyjnego kręgosłupa w ramach tej samej sesji pomiarowej mieści się w granicach 5%.

Podsumowując, prawidłowy wzorzec funkcjonalności w ruchu szyjnym uważa się za spełniony, gdy biomechaniczna analiza ruchu wykazuje szeroki, symetryczny, szybki i powtarzalny ruch. Jest to ogólny wzorzec odniesienia, który musi być poszukiwany przy ocenie tego typu. Mimo to, zmiana jednej z tych cech sama w sobie nie implikuje zmiany funkcjonalnej w odcinku szyjnym. Na przykład, wynik oceny z dobrym zakresem ruchu, wysoką powtarzalnością, ale niską prędkością, w kontekście procesu klinicznego, w którym pacjent nie zgłasza bólu lub ograniczeń, może być uznany za normalny, nawet jeśli ruch jest wykonywany powoli i w sposób kontrolowany, co może być spowodowane strategią ochrony przed bólem lub jego ponownym pojawieniem się.



## 6. Ocena kinematyczna w ramach czynności życia codziennego (ADL)

Czasami techniki analizy kinematycznej wykorzystywane są do rejestracji i oceny ruchu kręgosłupa szyjnego podczas wykonywania przez osobę badaną czynności z życia codziennego, które wymagają obracania, zginania lub wysuwania głowy. Informacje uzyskane z tego typu badań opierają się na parametrach, które zostały wymienione w poprzednim rozdziale, a w szczególności na zakresie ruchu kręgosłupa szyjnego niezbędnego do wykonania tych czynności lub szybkości ich wykonywania.

Poniższy przykład przedstawia wyniki testu kinematycznej analizy ruchu, w którym osoba proszona jest o obrócenie głowy w celu spojrzenia na określone światła umieszczone na suficie po prawej, lewej i powyżej. W związku z tym osoba oceniana wykonuje gest obejmujący ruchy rotacji, zgięcia i wyprostu z poziomem zapotrzebowania na zakres, który jest niższy niż dla zakresów maksymalnych.



Rysunek 8. Wykres ruchomości kręgosłupa szyjnego podczas patrzenia na światło po lewej, nad i po prawej stronie

Poniższa tabela przedstawia wyniki uzyskane dla zasięgu, prędkości i maksymalnego przyspieszenia podczas wykonywania wymaganych gestów. Wartości są wyrażone w procentach normalności, ponieważ wartości bezwzględne dla każdego parametru zostały porównane z bazą danych osób bez patologii kręgosłupa szyjnego. Jeśli wynik zapisany w tabeli jest powyżej 90%, jest on interpretowany jako wartość mieszcząca się w normalnym wzorcu ruchu.

|                    | 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    | 90.8               | 100.0    | 98.5       |
| Prueba 2 (central) | 100.0      | -        | 92.2             | -        | 85.4               | -        | 92.5       |
| Prueba 3 (der.)    | 100.0      | 100.0    | 100.0            | 100.0    | 94.6               | 100.0    | 99.1       |

Rysunek 9. Wyniki w % prawidłowości z każdego z testów funkcjonalnych. Wartości poniżej 90% w indeksie normalności są uważane za nienormalne lub funkcjonalnie zmienione.

Na podstawie tych wyników można stwierdzić, że wykonywane ruchy są prawidłowe i mieszczą się w normalnym wzorcu zakresu ruchu i szybkości ruchu (prędkość kątowna/przyspieszenie).

## 7. Ocena siły kręgosłupa szyjnego

Ocena siły kręgosłupa szyjnego przy pomocy techniki z użyciem przyrządów jest mniej rozpowszechniona niż ocena siły kręgosłupa lędźwiowego. Mimo to, poniżej znajduje się opis wyników tego rodzaju testu, który może być wykorzystany do poznania stanu muskulatury odcinka szyjnego.

### Ocena siły mięśniowej. Izometria odcinka szyjnego kręgosłupa

Istnieją różne systemy oceny siły mięśniowej odcinka szyjnego kręgosłupa, a jednym z najczęściej stosowanych jest dynamometria izometryczna. Do oceny siły izometrycznej można wykorzystać dynamometry ręczne lub bardziej zaawansowane dynamometry, takie jak te znajdujące się w maszynach izokinetycznych.

Dynamometr ręczny do kręgosłupa szyjnego jest lekkim, przenośnym, łatwym w użyciu urządzeniem. Przy tego typu ocenie pacjent musi wykonać maksymalny wysiłek mięśniowy w stosunku do dynamometru, który zazwyczaj jest statycznie trzymany przez oceniającego. Test może być przeprowadzony poprzez polecenie badanemu wykonania czynności wymagającej użycia siły, innymi słowy, aby naciskał na urządzenie w kierunku, który jest badany. Ten rodzaj oceny koncentruje się głównie na mięśniach zginających i rozciągających kręgosłupa szyjnego, i jak w przypadku każdego rodzaju pomiaru, protokół musi być standaryzowany i kontrolowany. Analiza izometryczna może być również wykonywana za pomocą urządzeń podłączonych do komputera, przy czym pacjent zazwyczaj musi znajdować się w pozycji siedzącej. Pozycja pacjenta jest ważna, tak jak we wszystkich testach oceny biomechanicznej. Miednica i tułów muszą być odpowiednio utrzymywane, aby nie kompensowały innych ruchów.

Najczęstsze wyniki uzyskiwane przy tego typu ocenie siły w odcinku szyjnym kręgosłupa to:

- ~ Maksymalna siła zginaczy odcinka szyjnego, która jest maksymalną siłą pochodzącą od mięśni zginaczy w warunkach izometrycznych.
- ~ Maksymalna siła mięśni prostowników szyjnych, czyli maksymalna siła pochodząca od mięśni prostowników.
- ~ Średnia siła zginaczy jest średnią z maksymalnych sił wykonanych w powtórzeniach uwzględnionych w protokole.
- ~ Średnia siła mięśni prostowników jest średnią maksymalnych sił wykonanych w powtórzeniach.
- ~ Współczynnik zmienności to procent zmienności siły uzyskanej w wykonanych powtórzeniach.
- ~ Stosunek maksymalnej siły zginacza do siły prostowników i/lub średni stosunek siły zginacza do siły prostowników.

Trudno jest ustalić dane normatywne dotyczące siły izometrycznej odcinka szyjnego kręgosłupa, ponieważ pomimo istnienia badań wykazujących wiarygodność i zasadność tego rodzaju oceny, stosowane protokoły i narzędzia różnią się tak bardzo, że nie jest możliwe ich ustalenie.

Niektóre z tych wartości można zobaczyć w poniższej publikacji<sup>27</sup>:

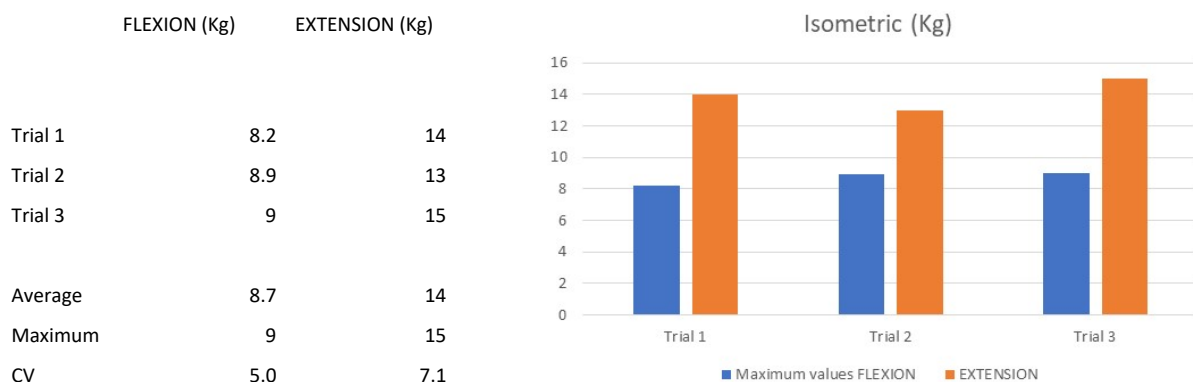
Garces, G. L., Medina, D., Milutinovic, L., Garavote, P., & Guerado, E., (2002). "Normative database of isometric cervical strength in a healthy population." *Medicine and science in sports and exercise*, 34(3), 464-470.

Ogólnie rzecz biorąc, wartości maksymalnej siły izometrycznej prostowników kręgosłupa szyjnego wśród kobiet i mężczyzn różnią się dość znacznie w przeglądanych publikacjach. Wydaje się jednak, że są one zbieżne, gdyż siła uzyskiwana u mężczyzn jest większa niż u kobiet, a w obrębie grup mięśniowych siła rozciągania jest większa od zginania o około 50-60%. Wynika to z faktu, że mięśnie prostowniki pełnią podstawową rolę w postawie ciała, a mięśnie karku muszą przez cały czas przeciwdziałać ciężarowi głowy, która ma tendencję do opadania do przodu. Przednie położenie środka ciężkości głowy wyjaśnia względną siłę tylnych mięśni karku w porównaniu z mięśniami zginaczami szyi. W rzeczywistości mięśnie rozciągające walczą z grawitacją, podczas gdy mięśnie zginające pomagają jej. Wyjaśnia to również, dlaczego mięśnie karku zawsze przeciwdziałają opadaniu głowy do przodu.

Aby zinterpretować wyniki oceny siły izometrycznej kręgosłupa szyjnego, można posłużyć się następującymi kryteriami:

- - Jaka jest maksymalna siła zarejestrowana dla każdej z grup mięśniowych?
- - Czy jest ona zgodna z normalnym wzorcem relacji agonista/antagonista?
- - Czy zarejestrowane wartości są powtarzalne?

Poniżej przedstawiono wyniki oceny siły izometrycznej odcinka szyjnego kręgosłupa u osób bez dolegliwości bólowych i patologicznych.



Rysunek 10. Wykres maksymalnej siły izometrycznej mięśni zginaczy i prostowników odcinka szyjnego kręgosłupa w trzech powtórzeniach.

Interpretacja tych wyników wskazuje, że badana osoba osiąga maksymalną zmierzoną siłę wynoszącą 8,7 kg dla zgięcia szyjnego i 14 kg dla wyprostowania szyjnego. Oznacza to różnicę 41% pomiędzy tymi dwoma testami izometrycznymi. Współczynnik zmienności wyniósł 5% dla zgięcia i 7,1% dla wyprostowania, więc uzyskane wyniki są dość powtarzalne. Wartości powyżej

15% mogą wskazywać na niewielki wysiłek. Interpretacja tych wyników jest taka, że osoba oceniana osiąga maksymalną zmierzoną siłę 8,7 kg dla zgięcia szyjnego i 14 kg dla wyprostu szyjnego. Oznacza to różnicę 41% pomiędzy tymi dwoma testami izometrycznymi. Współczynnik zmienności wyniósł 5% dla zgięcia i 7,1% dla wyprostu, więc uzyskane wyniki są dość powtarzalne. Wartości powyżej 15% mogą wskazywać na niewielki wysiłek.

## Ocena aktywności mięśniowej. EMG powierzchniowe

Aktywność mięśni tułowia może być oceniana pośrednio za pomocą elektromiografii. Ważne jest, aby studenci rozróżniali dwa rodzaje elektromiografii: kliniczne lub diagnostyczne EMG, które bada charakterystykę potencjału jednostki motorycznej oraz powierzchniowe EMG, które bada funkcję i aktywność mięśni. Za pomocą EMG można określić poziom aktywności mięśnia w każdym momencie ruchu lub w utrzymywanej postawie, a także poznać koordynację mięśni między sobą. Dlatego właśnie EMG powierzchniowe jest zazwyczaj techniką wykorzystywaną do oceny strefy szyjnej, a konkretnie do analizy zachowania mięśni podczas wykonywania ruchu angażującego mięśnie szyjne.

Oberg<sup>28</sup> twierdzi, że powierzchniowe EMG umożliwia wykrycie skurczu mięśni w strefie szyjnej z wysokim poziomem wiarygodności. Istnieją badania wykazujące bezpośredni związek pomiędzy bólem szyjnym a zmniejszeniem siły mięśniowej w odcinku szyjnym. Wydaje się również jasne, że najbardziej dyskryminującymi parametrami różnicującymi pomiędzy stanem zdrowym a patologicznym są te, które dotyczą braku zdolności do rozluźnienia mięśni. Widać to w kontrolowanych testach skurczowych<sup>29</sup>, gdzie można zmierzyć podstawowy poziom siły, jak również w testach związanych z wykonywaniem zadania i mierzeniem różnicy poziomu tła w stanie relaksacji przed i po wysiłku. U osób zdrowych po ćwiczeniach poziom aktywności mięśni szyjnych powraca do sytuacji wyjściowej, natomiast u osób z bólem utrzymuje się na szczytkowym poziomie aktywności<sup>30</sup>.

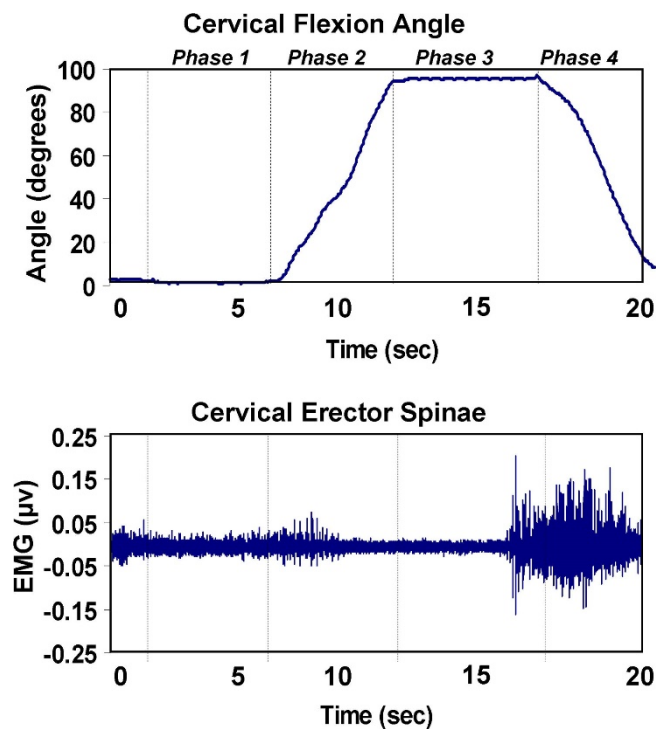
Taki jest cel EMG zastosowanego do analizy poziomu aktywności mięśni szyjnych. EMG ma na celu wykrycie nieprawidłowej aktywności mięśni w momentach, w których mięsień nie powinien być aktywny. Na przykład, w spoczynku aktywność powinna być minimalna, a podczas ruchu aktywność wzrasta. EMG nie jest w stanie zdiagnozować zmian nerwowo-mięśniowych. Badanie przeprowadzone przez American Academy of Neurology<sup>31</sup> poddaje w wątpliwość zainteresowanie powierzchownością EMG w celu określenia zmian nerwowo-mięśniowych, oceny bólu w odcinku szyjnym kręgosłupa oraz jako narzędzia diagnostycznego w przypadku zmian w układzie mięśniowo-szkieletowym. Po przeanalizowaniu ponad 2500 badań, raport odrzuca EMG jako zamiennik EMG igłowego w diagnostyce nerwowo-mięśniowej. Odrzuca je również jako technikę diagnostyczną do oceny głównie bólu, ponieważ opublikowane artykuły nie wykazują zdolności tej techniki do dyskryminacji, a przede wszystkim dlatego, że nie jest to technika, której wiarygodność i powtarzalność została udowodniona.

Mimo to, ten rodzaj testu jest obecnie stosowany przede wszystkim w ocenie odcinka lędźwiowego kręgosłupa poprzez standaryzowane testy, takie jak test zgięcia-odprężenia. Ponadto, w ostatnim czasie test ten zaczął być wykorzystywany do oceny kręgosłupa szyjnego. Dla przykładu, poniższy wykres przedstawia wynik, jaki uzyskałaby cisza

mioelektryczna w odcinku szyjnym, przy czym zaleca się przeczytanie poniższych artykułów<sup>32,33</sup>, które mogą pomóc studentom w zrozumieniu tego typu testu.

Meyer, J. J., Berk, R. J., & Anderson, A. V. (1993). "Recruitment patterns in the cervical paraspinal muscles during cervical forward flexion: evidence of cervical flexion-relaxation." *Electromyography and clinical neurophysiology*, 33(4), 217-223.

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.



Rysunek 11. Surowy powierzchniowy zapis EMG dla odcinka szyjnego kręgosłupa (dolny) u osoby wykazującej zjawisko zgięcia-relaksacji z aktywacją przed ponownym wyprostem, podczas protokołu eksperymentalnego. Pokazano również kąt zgięcia szyjnego (górną). Dane prezentowane są dla różnych faz protokołu: wyprost (Faza 1), zgięcie do przodu (Faza 2), pełne zgięcie (Faza 3), ponowne wyprostowanie (Faza 4). Obraz i przypis z 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.



## 8. Kluczowe zagadnienia

---

- Celem biomechanicznej oceny klinicznej jest obiektywne potwierdzenie i ilościowe określenie istnienia zmian funkcjonalnych w obrębie kręgosłupa szyjnego u osoby ocenianej.
- W sferze klinicznej testy oceny biomechanicznej służą głównie do oceny zakresu ruchu kręgosłupa szyjnego i charakterystyki ruchu.
- Ocenia się również siłę kręgosłupa szyjnego, głównie w warunkach izometrycznych.
- Powierzchniowe EMG umożliwia poznanie aktywności mięśniowej w ruchu lub utrzymywanej postawie, a zjawisko zgięcia-odprężenia zaczyna być badane w tej strefie kręgosłupa.
- Interpretując wyniki, przy porównywaniu wartości wzorcowych należy upewnić się, że pochodzą one z oceny, w której zastosowano ten sam protokół pomiarowy i tę samą technikę oceny instrumentalnej.
- Jeśli tak nie jest, należy to zrobić biorąc pod uwagę cały czas procesu klinicznego, który jest oceniany, aby nadać większe lub mniejsze znaczenie upośledzeniom, które mogą być znalezione.
- Interpretując dane porównane z wartościami wzorcowymi, należy podać źródło zawierające dane wykorzystane jako wzorzec.
- Do wyników raportu z oceny biomechanicznej kręgosłupa należy dołączyć jednostki miary.

## 9. Referencje

---

- [1] Baydal Bertomeu, J.M. “Análisis biomecánico del movimiento cervical mediante técnicas de origen cinemático. Contribución a la valoración objetiva de la discapacidad”. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. Departamento de Ingeniería Mecánica y de Materiales. Valencia, 2012
- [2] Baydal-Bertomeu, J. M., Page, Á. F., Belda-Lois, J. M., Garrido-Jaén, D., & Prat, J. M. (2011). Neck motion patterns in whiplash-associated disorders: quantifying variability and spontaneity of movement. *Clinical biomechanics*, 26(1), 29-34.
- [3] Ou, M. C., Lee, Y. F., Li, C. C., & Wu, S. K. (2014). The effectiveness of essential oils for patients with neck pain: a randomized controlled study. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 20(10), 771-779.
- [4] Lluch, E., Schomacher, J., Gizzi, L., Petzke, F., Seegar, D., & Falla, D. (2014). Immediate effects of active craniocervical flexion exercise versus passive mobilisation of the upper cervical spine on pain and performance on the craniocervical flexion test. *Manual therapy*, 19(1), 25-31.
- [5] Michiels, S., De Hertogh, W., Truijten, S., & Van de Heyning, P. (2014). Physical therapy treatment in patients suffering from cervicogenic somatic tinnitus: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*, 15(1), 297.
- [6] Gao, Z., Song, H., Ren, F., Li, Y., Wang, D., & He, X. (2017). Reliability and validity of CODA motion analysis system for measuring cervical range of motion in patients with cervical spondylosis and anterior cervical fusion. *Experimental and therapeutic medicine*, 14(6), 5371-5378.
- [7] De Rosario, H., Vivas, M. J., Sinovas, M. I., & Page, Á. (2018). Relationship between neck motion and self-reported pain in patients with whiplash associated disorders during the acute phase. *Musculoskeletal Science and Practice*, 38, 23-29.
- [8] Tendero, C. P., López-Belmonte, E. G. L., de Moya, M. F. P., Mendoza, M. V., & Broseta, M. J. V. (2014). Valoración funcional mediante técnicas biomecánicas en un caso de cervicalgia postraumática atípica. *Revista Española de Medicina Legal*, 40(3), 108-111.
- [9] Broseta, M. J. V., Tendero, C. P., de Francisco Enciso, E., Roselló, R. M., García, A. M. E., & Mendoza, M. V. (2017). Usefulness of biomechanical assessment in determining post-traumatic neck pain sequelae. *Spanish Journal of Legal Medicine*, 43(3), 106-114.
- [10] Vivas Broseta, M.J., Bermejo Bosch, I., Peydro de Moya, F., Pitarch Corresa, S. Is kinematic analysis useful as a clinical test during whiplash associated disorders recovery? A clinical study. *Gait & Posture*, 2017; 57: 358.
- [11] Gregori, B., Agostino, R., Bologna, M., Dinapoli, L., Colosimo, C., Accornero, N., & Berardelli, A. (2008). Fast voluntary neck movements in patients with cervical dystonia: a kinematic study before and after therapy with botulinum toxin type A. *Clinical Neurophysiology*, 119(2), 273-280.



- [12] Chen, J., Solinger, A. B., Poncet, J. F., & Lantz, C. A. (1999). Meta-analysis of normative cervical motion. *Spine*, 24(15), 1571.
- [13] Ferlic, D. "The Range of Motion of the 'Normal ' Cervical Spine." Johns Hopkins HOSD. Bull. 110:59-65, 1962
- [14] Youdas, J. W., Garrett, T. R., Suman, V. J., Bogard, C. L., Hallman, H. O., & Carey, J. R. (1992). Normal range of motion of the cervical spine: an initial goniometric study. *Physical therapy*, 72(11), 770-780.
- [15] Castro, W. H., Sautmann, A., Schilgen, M., & Sautmann, M. (2000). Noninvasive three-dimensional analysis of cervical spine motion in normal subjects in relation to age and sex: an experimental examination. *Spine*, 25(4), 443-449.
- [16] Ferrario, V. F., Sforza, C., Serrao, G., Grassi, G., & Mossi, E. (2002). Active range of motion of the head and cervical spine: a three-dimensional investigation in healthy young adults. *Journal of orthopaedic research*, 20(1), 122-129.
- [17] Gerhardt, J. Cocchiarella, L and Lea, R: *The Practical Guide to Range of Motion Assessment*, AMA, Chicago , 2002
- [18] Trott, P. H., Pearcy, M. J., Ruston, S. A., Fulton, I., & Brien, C. (1996). Three-dimensional analysis of active cervical motion: the effect of age and gender. *Clinical Biomechanics*, 11(4), 201-206.
- [19] Malmström, E. M., Karlberg, M., Fransson, P., Melander, A., & Magnusson, M. (2006). Primary and coupled cervical movements. *Spine*, 31(2).
- [20] Baydal-Bertomeu, J. M., Serra-Añó, M. P., Garrido-Jaén, D., López-Pascual, J., Matey, F., Gimeno, C., ... & Dejoz, R. (2007). Desarrollo de una nueva metodología para la valoración de la movilidad cervical basada en técnicas de fotogrametría. *Rehabilitación*, 41(2), 53-60.
- [21] Ohberg, F., Grip, H., Wiklund, U., Sterner, Y., Karlsson, J. S., & Gerdle, B. (2003). Chronic whiplash associated disorders and neck movement measurements: an instantaneous helical axis approach. *IEEE transactions on information technology in biomedicine*, 7(4), 274-282.
- [22] Grip, H., Sundelin, G., Gerdle, B., & Karlsson, J. S. (2008). Cervical helical axis characteristics and its center of rotation during active head and upper arm movements—comparisons of whiplash-associated disorders, non-specific neck pain and asymptomatic individuals. *Journal of biomechanics*, 41(13), 2799-2805.
- [23] Sjölander, P., Michaelson, P., Jaric, S., & Djupsjöbacka, M. (2008). Sensorimotor disturbances in chronic neck pain—range of motion, peak velocity, smoothness of movement, and repositioning acuity. *Manual therapy*, 13(2), 122-131.
- [24] Chema Contreras-Vidal, J. L., & Buch, E. R. (2003). Effects of Parkinson's disease on visuomotor adaptation. *Experimental brain research*, 150(1), 25-32.

- [25] Yan, J. H., Thomas, J. R., Stelmach, G. E., & Thomas, K. T. (2000). Developmental features of rapid aiming arm movements across the lifespan. *Journal of motor behavior*, 32(2), 121-140.
- [26] Dvir, Z., Prushansky, T., & Peretz, C. (2001). Maximal versus feigned active cervical motion in healthy patients: the coefficient of variation as an indicator for sincerity of effort. *Spine*, 26(15), 1680-1688.
- [27] Garces, G. L., Medina, D., Milutinovic, L., Garavote, P., & Guerado, E., (2002). Normative database of isometric cervical strength in a healthy population. *Medicine and science in sports and exercise*, 34(3), 464-470
- [28] Oberg, T., Sandsjö, L., & Kadefors, R. (1992). Arm movement and EMG mean power frequency in the trapezius muscle: a comparison between surface and intramuscular recording techniques. *Electromyography and clinical neurophysiology*, 32(1-2), 87-96.
- [29] Elert, J., Kendall, S. A., Larsson, B., Månsson, B., & Gerdle, B. (2001). Chronic pain and difficulty in relaxing postural muscles in patients with fibromyalgia and chronic whiplash associated disorders. *The Journal of rheumatology*, 28(6), 1361-1368.
- [30] Nederhand, M. J., IJzerman, M. J., Hermens, H. J., Baten, C. T., & Zilvold, G. (2000). Cervical muscle dysfunction in the chronic whiplash associated disorder grade II (WAD-II). *Spine*, 25(15), 1938-1943.
- [31] Pullman, S. L., Goodin, D. S., Marquinez, A. I., Tabbal, S., & Rubin, M. (2000). Clinical utility of surface EMG: report of the therapeutics and technology assessment subcommittee of the American Academy of Neurology. *Neurology*, 55(2), 171-177.
- [32] Meyer, J. J., Berk, R. J., & Anderson, A. V. (1993). Recruitment patterns in the cervical paraspinal muscles during cervical forward flexion: evidence of cervical flexion-relaxation. *Electromyography and clinical neurophysiology*, 33(4), 217-223.
- [33] 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.



**Wsparcie Komisji Europejskiej dla produkcji tej publikacji nie stanowi poparcia dla treści, które odzwierciedlają jedynie poglądy autorów, a Komisja nie może zostać pociągnięta do odpowiedzialności za jakiegokolwiek wykorzystanie informacji w niej zawartych.**