Ruchomość to termin, którym określa się zakres ruchów w stawach, jedną z funkcjonalnych właściwości połączeń ruchowych.

Zakres ruchów w stawach potocznie nazywa się **gibkością**.

Ruchomość stawów zależy od biernych struktur połączeń, którymi są powierzchnie stawowe, torebki stawowe i więzadła, oraz od struktur czynnych, czyli mięśni. Mięśnie, otaczając staw, wywołują w nich ruchy, ale — stanowiąc element konstrukcyjny układu ruchu — mogą również być przyczyną ograniczeń zakresu ruchu.

Wyróżnia się ruchomość szkieletową bierną i czynną.

Czynny zakres ruchu to taki, jaki uzyskamy aktywizując momenty sił mięśni działających na dany staw.

Zakres bierny jest uzyskiwany przy wykorzystaniu momentu siły zewnętrznej, a wtedy mięśnie rozciągają się biernie. Ograniczenia zakresu ruchu w stawie mają różne przyczyny, lecz najczęściej wynikają z utraty elastyczności mięśni (włókien mięśniowych i ścięgien).

Ograniczenie zakresu ruchu spowodowane jest również przez elastyczne twory łącznotkankowe — więzadła, których rola polega na wzmocnieniu torebki stawowej i całego połączenia.

Łańcuch kinematyczny (F. Reuleaux, 1875, kinematyka maszyn): zamknięty system ogniw połączonych razem w taki sposób, że ruch jednego ogniwa przy ustabilizowanym innym powoduje ruch pozostałych ogniw w przewidywalny sposób.

A. Steindler (1995): kombinacja kilku kolejno rozmieszczonych stawów stanowiących kompleksowy układ ruchowy (otwarte, zamknięte).

Łańcuch kinematyczny (biokinematyczny) - spójny zespół członów połączeń.

Para kinematyczna – ruchowe połączenie dwóch lub więcej członów wzajemnie ograniczające ich ruchy względne.

Człon - to sztywny element ciała ludzkiego w postaci kości.

Ruchliwość łańcucha kinematycznego – liczba stopni swobody tego łańcucha względem podstawy (człon stanowiący nieruchomy układ odniesienia, np. dla kończyny dolnej).

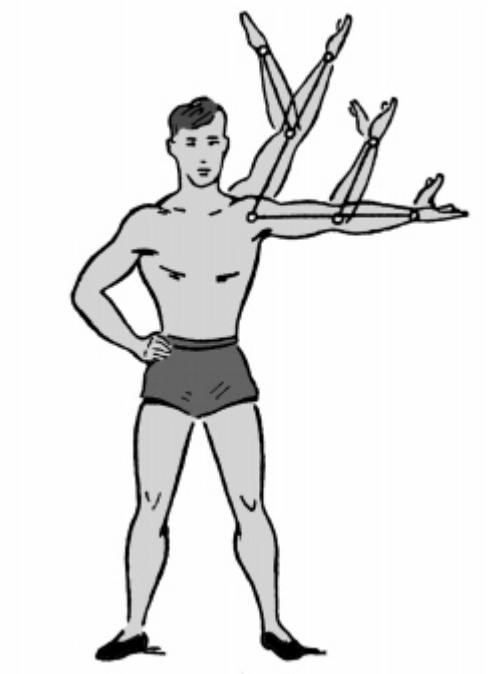
Liczba stopni swobody ciała sztywnego – liczba niezależnych współrzędnych określających jednoznacznie jego położenie w przestrzeni względem wybranego układu odniesienia.

Swobodny człon sztywny zawieszony w przestrzeni posiada 6 stopni swobody ruchu:

- 3 ruchy postępowe wzdłuż osi x, y, z
- 3 obrotowe wokół tych samych osi

Stopień swobody – niezależny ruch względny członów w stawie. Stawy o maksymalnie 3 stopniach swobody ruchu, np. staw ramienny, biodrowy.

Otwarty łańcuch kinematyczny to łańcuch, w którym końcowe ogniwo swobodnie łączy się tylko z jednym, sąsiednim ogniwem. Ruchy ogniw są niezależne od siebie.



Zamknięty łańcuch kinematyczny to łańcuch, w którym końcowe ogniwo nie jest swobodne. Ruch jednego ogniwa powoduje określony ruch innych ogniw, a każdy jego człon jest połączony z co najmniej dwoma innymi członami.



Ciało człowieka składa się głównie z otwartych łańcuchów kinematycznych, gdyż ogniwa końcowe (stopa i ręka) pozostają wolne. Można również wyodrębnić w ciele człowieka dwa zamknięte łańcuchy kinematyczne.

Jednym z nich jest klatka piersiowa i wszystkie jej struktury ruchowe zaangażowane w proces oddychania. Ruchy żeber wymuszają określone ruchy mostka oraz kręgosłupa piersiowego i odwrotnie. Wymienia się 56 stawów sprzężonych, które współdziałają przy ruchach całej klatki piersiowej.

Drugim takim łańcuchem kinematycznym wydaje się być miednica, gdzie śladowa ruchomość w stawach krzyżowo-biodrowych powoduje przy ruchu w jednym z tych stawów określony ruch drugiego. Z wielu różnorodnych ćwiczeń w procesie usprawniania nie da się niektórych zakwalifikować do wykonywanych w otwartych lub zamkniętych łańcuchach kinematycznych. Ruchy każdego człowieka są kombinacją ruchów w zamkniętych i otwartych łańcuchach kinematycznych.

CHÓD

W przypadku normalnego chodu stosunek ruchów w zamkniętych łańcuchach kinematycznych do ruchów w otwartych łańcuchach wynosi 65% do 35%. W miarę wzrostu prędkości poruszania procentowy udział ruchów w zamkniętym łańcuchu

kinematycznym znacząco maleje (podczas sprintu około 10%).

Wielu autorów stawia pytanie, co to jest naprawdę otwarty, a szczególnie zamknięty łańcuch kinematyczny — **jak klasyfikować niektóre wykonywane przez pacjentów ćwiczenia?**

Aby rehabilitacja była skuteczna, uwzględnia się oba komponenty ruchu.

Otwarty łańcuch kinematyczny można opisać jako izolowany ruch w jednym stawie, którego część dystalna porusza się swobodnie w przestrzeni, a siła wytwarzana przez ciało jest na tyle duża, by pokonać opór.

Ćwiczenia w otwartych łańcuchach kinematycznych charakteryzują się większą prędkością i swobodą ruchu, a mniejszą stabilnością.

Przykład - ćwiczenie oporowe prostowników stawu kolanowego na maszynie wyprostnej.



Zamknięty łańcuch kinematyczny można opisać jako określony ruch wielostawowy, w którym dystalny segment jest ustabilizowany lub napotyka duży opór, który ten ruch uniemożliwia lub w znacznym stopniu ogranicza. Siła wytwarzana przez ciało nie jest wystarczająca, by pokonać ten opór. Zespoły mięśniowe pracują odwrotnie: przyczep końcowy staje się początkowym, a początkowy końcowym.

Wymusza to inną koordynację nerwowo-mięśniową. Przykładem takiej odwróconej pracy mięśni jest praca zapasowych mięśni wdechowych po zbyt intensywnym wysiłku, kiedy nie wystarcza praca samej przepony i mięśni ją wspomagających. Warunkiem włączenia się tych mięśni w proces oddychania jest zamknięcie łańcucha kinematycznego i

ustabilizowanie kończyn górnych poprzez oparcie ich na kolanach lub uchwycenie jakiegoś stabilnego przedmiotu.

Poszczególne pary kinematyczne tracą część swoich stopni swobody ruchu na rzecz całego łańcucha kinematycznego i dlatego ćwiczenia te charakteryzują się większą stabilnością, a mniejszym przyśpieszeniem. Zmienia się reguła ruchu artrokinematycznego — porusza się część proksymalna w stosunku do ustabilizowanej dystalnej.

Dla wielu autorów podział ćwiczeń na wykonywane tylko w otwartych i zamkniętych łańcuchach kinematycznych jest niewystarczający i nie do końca jasny. Istnieje duża grupa ćwiczeń terapeutycznych, których nie da się przypisać do żadnej z tych dwóch grup.

Na podstawie szczegółowej analizy wielu ćwiczeń Wilk i wsp. zaproponowali klasyfikację składającą się z czterech grup ćwiczeń.

Ćwiczenia:

- w otwartych łańcuchach kinematycznych,
- w zamkniętych łańcuchach kinematycznych,
- w częściowo zamkniętych łańcuchach kinematycznych,
- w szybko zmieniających się na przemian

Ćwiczenia w częściowo zamkniętych łańcuchach kinematycznych to ćwiczenia, w których segment dystalny napotyka opór, ale nie jest w pełni ustabilizowany, np. podczas biegu na nartach.

Ćwiczenia w szybko zmieniających się na przemian otwartych i zamkniętych łańcuchach kinematycznych — segment obwodowy jest cyklicznie i szybko zamykany i otwierany, np. podczas biegu, skoków.

Ćwiczenia w otwartych łańcuchach kinematycznych — te są najczęściej stosowanym środkiem terapeutycznym, stanowią specyficzne, efektywne i izolowane ćwiczenia pojedynczych grup mięśniowych, odtwarzają pojedyncze wzorce ruchowe i charakteryzują się zwiększeniem komponenty sił ścinających w stosunku do kompresujących. W mniejszym stopniu stymulują one propriocepcję, przede wszystkim aktywizują mięśnie agonistyczne i synergistyczne i nie są odpowiednie do treningu czynności dnia codziennego i aktywności sportowej.

Ćwiczenia w zamkniętych łańcuchach kinematycznych — na przestrzeni kilku

ostatnich lat ćwiczenia te stały się jednym z podstawowych i najbardziej popularnych środków terapeutycznych; angażują duże zespoły dynamiczne, odtwarzają bardziej funkcjonalne wzorce ruchowe i charakteryzują się zwiększeniem komponenty sił kompresujących w stosunku do ścinających. Część z nich zapewnia lepszą stabilizację stawów poprzez kokontrakcję.

Zapewniają lepszą dynamiczną stabilizację — propriocepcję, aktywizują jednocześnie mięśnie agonistyczne, synergistyczne i antagonistyczne oraz są bezpieczniejsze niż niektóre ćwiczenia w otwartych łańcuchach kinematycznych. Istotną zaletą ćwiczeń w zamkniętych łańcuchach kinematycznych jest to, że poprzez działanie wielostawowe i angażowanie większej liczby grup mięśniowych w dużym stopniu poprawiają one propriocepcję. Przypomnieć należy, że zabieg przywraca tylko mechaniczną stabilizację stawu; dynamiczną kontrolę nerwowo-mięśniową zapewnia fizjoterapia, co w efekcie daje funkcjonalną stabilność.

Chociaż wielu autorów dostrzega większe korzyści ze stosowania ćwiczeń w zamkniętych łańcuchach kinematycznych, to należy zaznaczyć, że nie jest to panaceum. Stosując tylko ćwiczenia w zamkniętych łańcuchach kinematycznych możemy nie dostrzec słabszych ogniw w tym łańcuchu, które pacjent kompensuje za pomocą dobrze funkcjonujących innych ogniw. Zagraża to wystąpieniem innych lub powtórnych urazów, które mogą utrudnić proces usprawniania.

Dlatego w postępowaniu terapeutycznym należy zwracać uwagę także na słabsze części łańcucha kinematycznego i trenować je w sposób mniej funkcjonalny, a bardziej lub mniej wyizolowany, używając ćwiczeń w otwartym łańcuchu.

Przykład

Pacjenci po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego, u których w początkowej fazie procesu usprawniania stosuje się tylko ćwiczenia w zamkniętych łańcuchach kinematycznych jako bardziej funkcjonalne i bezpieczniejsze dla przeszczepu, mogą być pozbawieni potrzebnych, izolowanych ćwiczeń mięśnia czworogłowego uda w pozycjach bezpiecznych.

Tak więc ćwiczenia w zamkniętych łańcuchach kinematycznych, stosowane samodzielnie, nie przywracają wszystkich funkcji w danym stawie. Zatem termin ich funkcjonalności bywa nadużywany. By proces usprawniania był optymalny, wskazane jest łączenie obu rodzajów ćwiczeń, w zależności od potrzeby.

Podsumowanie

Program fizjoterapii powinien zawierać zarówno ćwiczenia w otwartych, jak i zamkniętych łańcuchach kinematycznych, indywidualnie dobrane dla każdego pacjenta.