Zmienna ruchomość kręgosłupa uwarunkowana jest odmienną budową:

- trzonów
- wielkością ustawienia wyrostków
- wysokością krążków międzykręgowych
- długością poszczególnych odcinków kręgosłupa
- ilością i kierunkiem położenia mięśni w obrębie poszczególnych odcinków kręgosłupa

Odcinek szyjny

Jest najbardziej mobilny; uszkodzenia w obrębie tego odcinka charakteryzują się rozległymi powikłaniami. Odcinek szyjny składa się zwykle z 7 kręgów.

Odcinek piersiowy

Jest najmniej ruchliwy; zawdzięcza to budowie kręgów (identyczny kształt). Jest to związane z funkcją, jaką ma pełnić ten odcinek, a więc:

- ochronna wrażliwej tkanki nerwowej
- amortyzacja w stosunku do występujących przeciążeń powstających wzdłuż osi długiej ciała
- stanowi rusztowanie, na którym zawieszone są narządy wewnętrzne klatki piersiowej i powłok brzusznych
- takie elementy jak dachówkowaty układ wyrostków kolczystych czy też połączenia stawowe żeber z kręgosłupem w znacznym stopniu zmniejszają jego mobilność, zwłaszcza w płaszczyźnie strzałkowej

Odcinek lędźwiowy

Jest najkrótszym odcinkiem, o dość dużych możliwościach ruchowych; jest to miejsce, w którym dochodzi do największych przeciążeń. Odcinek lędźwiowy zwykle składa się z 5 kręgów.

Siły

Na człowieka działają dwa rodzaje sił:

- **zewnętrzne** (tarcie, przyciąganie ziemskie, ciężar, siły bezwładności)
- **wewnętrzne** (siła mięśni i sprężystości aparatu ruchu)

Aby układ pozostał w równowadze, siły te muszą się równoważyć, tzn. moment siły zewnętrznej = moment siły wewnętrznej. Wtedy możliwe jest zachowanie postawy. Podstawę stanowi kręgosłup, który opiera się na miednicy, a ona łączy się z podłożem za pośrednictwem kończyn dolnych. Poprzez klatkę piersiową i obręcz barkową kręgosłup uczestniczy we wszystkich czynnościach kończyn górnych. Jest też połączony z głową i dlatego bezpośrednio bierze udział w każdym ruchu ciała.

W budowie kręgosłupa wyróżniamy:

- segment ruchowy = artron
- kolumna przednia
- kolumna tylna

Artron

Określa się sumę dwóch zespołów czynnościowych: kolumny przedniej i tylnej, w odniesieniu do dwóch sąsiadujących ze sobą kręgów przedzielonych krążkiem międzykręgowym. Taki układ obejmuje dodatkowo właściwy odcinek unerwienia centralnego i obwodowego. Znajdują się również na danym poziomie omawianego segmentu więzadła i mięśnie.

Kolumna przednia

Jest to suma trzonów wszystkich kręgów z wyłączeniem ich tylnych struktur anatomicznych, czyli łuków oraz wyrostków — przedzielonych krążkami międzykręgowymi.

Zadanie: amortyzacja.

Kolumna tylna

Jest to układ łuków oraz „stawów właściwych” kręgosłupa utworzonych przez powierzchnie stawowe wyrostków stawowych górnych i dolnych.

Zadanie: bierze udział w czynnościach dynamicznych, wielopłaszczyznowego ukierunkowania ruchów kręgosłupa.

Kręgosłup pełni funkcję:

- ochronną
- podporową
- amortyzującą

- kinetyczną

Ad 1. Ochronna

- rdzeń kręgowy
- nerwy rdzeniowe

Ad 2. Podporowa

W funkcji tej biorą udział trzony kręgów, na które przenoszone są obciążenia, ale również drugim elementem są krzywizny fizjologiczne kręgosłupa. Wytwarzają się one podczas pionizacji. W związku z pionizacją człowieka zmuszonego do stałego równoważenia całości postawy przez przesunięcie odpowiednich segmentów ciała nad płaszczyznę podparcia, odporność kręgosłupa jest proporcjonalna do kwadratu liczby krzywizn + 1.

W ten sposób kręgosłup posiadający 4 krzywizny fizjologiczne jest około 17-krotnie bardziej odporny niż gdyby był prosty.

Dzieje się tak na skutek skośnego ustawienia trzonów kręgów, dzięki czemu siła ucisku jest rozkładana na wysokości każdego stawu kręgowego na dwie składowe:

1. dociskającą trzon do przodu
2. ściskającą (powodującą ześlizgiwanie się trzonów górnych z dolnych, czemu przeciwstawiają się więzadła i wyrostki stawowe)

Nadmierne wygięcia stawiają niebezpieczeństwo wynikające z przeciążenia tylnych wyrostków stawowych.

Ad 3. Amortyzacja

Kształt krzywizn fizjologicznych kręgosłupa stanowi drugi po stopie element amortyzujący, łagodzący wstrząsy podczas wszelkich czynności lokomocyjnych. Wielosegmentowy łańcuch stawowy zbudowany jest z 24 elementów kostnych ułożonych szeregowo i posiada połączenia:

1. stawowe o charakterze stawów jamowych o 3 stopniach swobody ruchu
2. elastyczne chrząstkozrosty w postaci krążków międzykręgowych
3. sprężyste więzozrosty w postaci więzadeł (np. więzadła żółte)

Krążek międzykręgowy składa się z pierścienia włóknistego i jądra miażdżystego; w pierścieniu włókna krzyżują się pod kątem około 20–30°. Pierścień włóknisty chroni przed ruchami rotacyjnymi. Krążek podczas nacisku zmniejsza swoją wysokość o około 1–2 mm;

po zmniejszeniu obciążenia (rozciągnięciu) może zwiększyć swoją wysokość o 3–5 mm, co odpowiada dobowym zmianom wysokości ciała.

Elementy chrząstkozrostów i więzozrostów stanowią biologiczną ochronę stawów międzykręgowych.

Ad 4. Kinetyczna

Funkcja ta uzależniona jest od ruchomości krzywizn kręgosłupa. Przeszkodą w skłonach w tył jest dachówkowaty układ wyrostków kolczystych i kształt wyrostków stawowych. Podczas zgięcia do przodu zwiększa się kifoza piersiowa. Kręgosłup jako konstrukcja wieloczłonowa jest tworem mało stabilnym (mała powierzchnia płaszczyzny podparcia). Postawę ciała cechuje równowaga chwiejna, a jej utrzymanie możliwe jest dzięki stabilizacji złożonej: czynnej i biernej.

ZABURZENIA KRĘGOSŁUPA STATYCZNE I DYNAMICZNE

Z mechanicznego punktu widzenia odcinek lędźwiowy stanowi najsłabsze ogniwo narządu ruchu; obciążenia mechaniczne i siły działające w tym odcinku są większe niż gdzie indziej, dochodzi tutaj do zmian kierunku sił przenoszonych wzdłuż osi kręgosłupa. Dochodzi do przyśpieszonego zużycia tkankowego z powodu mikrourazów.

Kręgosłup wykazuje różnorodne odchylenia krzywizn fizjologicznych; odchyleniom tym przeciwstawiają się mięśnie i układ więzadłowo-torebkowy. Niektórzy uważają, że w patologii bólów krzyża ma wpływ staw lędźwiowo-krzyżowy, w którym segmentarna elastyczna struktura biomechaniczna kręgosłupa w odcinku lędźwiowym łączy się z sztywnym układem kości krzyżowej poruszającej się wraz z miednicą.

Wszelkie mechaniczne obciążenia przenoszone są przez trzony kręgów oraz krążki międzykręgowe. Siły te działają bezpośrednio na więzadła międzykręgowe i mięśnie przykręgosłupowe jedynie w czasie ruchu, szczególnie w końcowych odcinkach ruchów.

Hiperlordoza stanowi najczęściej kompensację tzw. kifozy dorastającej, częstego zaburzenia okresu wzrostu, pociągającego za sobą pogłębienie wszystkich krzywizn kręgosłupa; drugą przyczyną jest wiotkość mięśni oraz nieprawidłowa postawa. Badaniem wykrywa się wzmożone napięcie mięśni przykręgosłupowych oraz nasilenie dolegliwości w końcowym odcinku ruchów kręgosłupa lub ograniczenie ruchomości w tym odcinku. Zwolennicy tłumaczenia bólów krzyża zniekształceniami i dysfunkcjami kończyn dolnych za klasyczny przykład uznają bóle likwidowane wkładkami korekcyjnymi.

W przypadku stóp płaskich nabytych zapomina się często, że stopami płaskimi dotknięte są osoby zmuszone do długotrwałego stania, u których fakt przebywania w pozycji wyprostowanej przez wiele godzin stanowi przyczynę podostrych bólów krzyża.

Zaburzenia statyczne w obrębie kończyn dolnych i miednicy stanowią potencjalne czynniki wywołujące ból krzyża (zazwyczaj są one kompensowane). Dopiero choroba krążka, do której one predysponują, daje prawdziwe bóle krzyża.

Inne przyczyny bólów krzyża to zaburzenia zawartości krążkowo-kręgowego segmentu ruchowego, chodzi tutaj o typowe zwyrodnienia, czyli choroby krążka kończące się uszkodzeniem jądra miażdżystego i pierścienia włóknistego. Przemieszczanie się kręgów (najczęściej ku tyłowi) — krąg położony nad chorym krążkiem międzykręgowym przesuwa się ku tyłowi — może wystąpić w przypadku patologicznego skośnego ustawienia płaszczyzny stawów międzywyrostkowych. W przeciwnym wypadku nie może dojść do przemieszczenia, gdyż fizjologicznie lędźwiowe stawy międzywyrostkowe ustawione są pionowo w płaszczyźnie strzałkowej i zwężenie szpary międzytrzonowej może powodować ich głębsze osadzanie (ruch w płaszczyźnie góra-dół).

Odporność na wytrzymałość obciążenia jest wprost proporcjonalna do kwadratu krzywizn + 1. Dzięki istnieniu krzywizn siły są rozkładane i zmniejsza się obciążenie. Brak lordozy szyjnej i lędźwiowej powoduje zgięcie w tych odcinkach, powstaje jedna krzywizna i kręgosłup jest bardziej podatny na obciążenia.

KOMPENSACJA

(**wg Walickiego**) Złożony proces dokonujący się w ustroju zmierzający do wyrównania braku i przystosowania się środowiska w patologicznych warunkach morfologicznych i czynnościowych zaistniałych w następstwie choroby czy urazu.

Typy kompensacji:

- czynnościowa – wyrównanie czynnościowe
- organiczna – wyrównanie przez przyrost lub rozrost
- samoistna – wrodzona zdolność organizmów (jest niekorzystnym procesem)
- sterowana – maksymalne możliwe przywrócenie prawidłowej czynności

Prawo Anochina

Zasady obowiązujące w procesie kompensacji:

- kompensacja jest zdolnością wrodzoną żywych organizmów – samoczynnie uruchamiany proces w przypadku wystąpienia ubytku morfologicznego lub

funkcjonalnego, zmuszający organizm do większego wysiłku
- kompensacja rozpoczyna się po dostarczeniu do ośrodkowego układu nerwowego informacji o defekcie zaistniałym na obwodzie
- fałszywa sygnalizacja o defekcie przyczynia się do błędnej kompensacji (np. przy amputacji odczucia fantomowe); błędna kompensacja przyczynia się do utrwalenia nieprawidłowych wzorców dynamicznych
- kompensacja opiera się na wzmożeniu starej lub nowej aferentacji – poprzez zwiększenie pobudzeń z obwodu, wytworzenie zastępczych odruchów warunkowych

Aferentacja wsteczna

Proces zachodzący przy zaistnieniu pożądanej reakcji organizmu poprzez zastosowanie odpowiednich technik fizjoterapeutycznych; przywrócenie reakcji ustroju na stosowane bodźce aferentne.

Aferentacja zwrotna

Przy formowaniu nowego związku jest on sprawny i każdy sygnał wywołuje prawidłową reakcję; występuje przy formowaniu się ruchu dowolnego w trakcie przywracania czynności. Wyniki kompensacji są nietrwałe i wymagają systematycznego treningu.

Możliwości kompensacji zależą od:

- właściwości osobniczych
- rodzaju defektu (przyczyna, lokalizacja, rozmiar i szybkość powstania)
- sprawności układu nerwowego
- wieku chorego
- stanu zdrowia

Przebieg kompensacji:

- narzucenie zdrowym odcinkom zmiany ułożenia lub ruchomości
- zmiany statyki (przeciążenia)
- zmiany przy wadach postawy – kompensacje liniowe, kątowe i wagowe dynamiki (nienaturalna ruchomość) ciała w zakresie fizjologicznym
- wadliwe warunki pracy w zakresie patologicznym
- oddziaływanie na dalsze odcinki – zaangażowanie innych partii ciała
- zaburzony łańcuch dynamiczny
- patologia motoryki – zachodzi, gdy wykorzystywane są te wzorce ruchowe, którymi pacjent dysponuje „ma pod ręką”
- próba samodzielnego radzenia sobie z problemem – poprzez wielokrotne sięganie po wygodny wzorzec dochodzi do utrwalenia nieprawidłowości ruchowych i

powstaje patologia
- rozwój patologicznej motoryki jest szczególnie niekorzystny w przypadku dzieci, które dopiero zdobywają wzorce ruchowe
- prawidłowa kompensacja polega na uruchomieniu mechanizmów kompensacji kosztem najmniejszej patologii
- przy nieprawidłowej kompensacji dochodzi do zastępowania mięśni chorych przez mięśnie silniejsze – efektem jest zanik z bezczynności i przerost tkanek w mięśniu przeciążanym
- w przypadku nieprawidłowej kompensacji układu nerwowego obecne są współruchy
- przy uszkodzeniu neuronu ruchowego czynność mogą przejąć neurony sąsiednie (dodatkowe pola ruchowe), druga połowa mózgu (analogiczne ośrodki) oraz ośrodki podkorowe – istotna jest tu plastyczność układu kompensacyjnego i umiejętność tworzenia nowych połączeń struktur
- występuje zastępowanie funkcji uszkodzonych zmysłów innymi zmysłami

Zmiany wyrównawcze w organizmie:

- przerost mięśnia sercowego
- zwiększenie częstości skurczów serca
- niedotlenienie ustroju
- zwiększenie tlenowej pojemności krwi (policytemia)
- wtórne skrzywienia kręgosłupa
- mechanizm Puttiego (przesunięcie rzutów stawów)
- mechanizm Gowersa – wspinanie się po sobie (kolejno uruchamianie części ciała)