

## Biologiczne podstawy rekreacji ruchowej

Obecnie rekreację pojmuje się jako zajęcia podejmowane w czasie wolnym, dla odpoczynku, pomnażania zdrowia, rozrywki i samodoskonalenia, obejmujące wszelkie formy aktywności (nie tylko ruchowej), społecznie akceptowane. Rekreacja ruchowa, zwana również sportem masowym, sportem dla wszystkich czy masową kulturą fizyczną charakteryzuje się czynnym zaangażowaniem jednostki w zajęcia o przewadze wysiłku fizycznego. Zajęcia te mogą mieć różną formę, od spontanicznych, niezorganizowanych gier i zabaw ruchowych do zorganizowanych, regularnie wykonywanych ćwiczeń fizycznych.

Rekreacji ruchowej przypisuje się ogromne znaczenie w życiu współczesnego człowieka. Uważa się, że kompensuje ona dwa główne czynniki zaburzające funkcjonowanie dzisiejszych społeczeństw: hipokinezę i stres. Stąd zadania stawiane rekreacji ruchowej to;

- ❑ łagodzenie negatywnych skutków przemian ludzkiej populacji
- ❑ realizacja celów prozdrowotnych (zdrowie fizyczne, psychiczne i społeczne)
- ❑ dawanie satysfakcji, umożliwienie autoekspresji i samorealizacji.

Podstawowym środkiem rekreacji ruchowej (fizycznej) jest ruch, ważny w trakcie całego życia człowieka (ontogenezy). W okresie dzieciństwa i młodości stymuluje on rozwój fizyczny, kompensuje przeciążenia nauką i koryguje odchylenia w rozwoju psychofizycznym. W wieku dojrzałym regularna aktywność fizyczna pozwala utrzymać osiągnięty poziom wydolności i sprawności oraz opóźnia ich obniżenie. Jest sposobem na wyrównanie braków i obciążeń związanych z pracą zawodową i obowiązkami życiowymi, przyczyniając się do odzyskania osobniczej równowagi. Powszechnym jest ponadto przekonanie, że odpowiednio dozowana aktywność ruchowa w tym okresie ontogenezy jest jedną z najskuteczniejszych metod zapobiegania przedwczesnej niesprawności, wywołanej chorobami cywilizacyjnymi. W wieku starszym ruch pełni rolę antyinwolucyjną, przyczynia się do rewitalizacji oraz pozwala utrzymać dobrą kondycję psychiczną. Związane z rekreacją ruchową wykonywanie wysiłku fizycznego, wywołuje szereg zmian w organizmie człowieka, zachodzących przede wszystkim w układach: kostno- stawowym, mięśniowym, krążenia, oddechowym, nerwowo – hormonalnym, jak również pokarmowym i wydalniczym.

### 1. Układ kostno-stawowy

Kości pełnią w organizmie kilka funkcji: budują szkielet, chronią narządy wewnętrzne, stanowią miejsce przyczepu mięśni, są największym rezerwuarem wapnia w ustroju. Wewnątrz kości ponadto znajduje się szpik kostny – tkanka wytwarzająca elementy morfotyczne krwi. Kości pełnią swoje funkcje, dzięki twardości i wytrzymałości, będących wynikiem ich specyficznej budowy. Kość, jak każda tkanka składa się z komórek i substancji międzykomórkowej. Komórki stanowią zaledwie 5 % składu kości, ich zadaniem jest nadzorowanie nieustannych procesów budowy, przebudowy i regeneracji kości. Specyficzne właściwości tkanki kostnej są związane przede wszystkim z jej substancją międzykomórkową. Składa się ona z części organicznej (35%), budowanej głównie przez kolagen oraz części nieorganicznej (65%), zawierającej sole mineralne (węglany i fosforany wapnia). U dorosłych, zdrowych ludzi substancja międzykomórkowa kości zorganizowana jest w postaci blaszek kostnych. W nasadach kości długich i wnętrzu kości płaskich blaszki te tworzą struktury łukowate zwane beleczkami kostnymi, bardzo wytrzymałe na uścisk. W trzonach kości

długich i pokrywach kości płaskich blaszki kostne układają się koncentrycznie wokół licznych naczyń krwionośnych, tworząc zwarte struktury zwane osteonami. Naczynia krwionośne wnikają do kości okostna zawiera także liczne nerwy oraz komórki kostne. Dzięki temu odpowiedzialna jest za odżywianie kości oraz uczestniczy w ich przebudowie i regeneracji.

Kości jest tkanką aktywną, co oznacza iż stale zachodzą w niej procesy budowy i przebudowy. Procesy te umożliwiają naprawę defektów kości np. po złamaniu. Pomędzy procesami tworzenia i niszczenia tkanki kostnej powinna istnieć całkowita równowaga, której utrzymanie zależy od wielu czynników. Jednym z nich jest aktywność fizyczna. Mała aktywność ruchowa (nie używane kości) może doprowadzić do utraty zarówno jej składników organicznych, jak i nieorganicznych (osteoporoza). Wynika to ze zbyt dużego przepływu krwi przez kości w stosunku do ich zmniejszonej funkcji. Istnieje wiele dowodów na to, iż regularna aktywność fizyczna przyczynia się do zmniejszenia ryzyka urazów na skutek wzrostu masy kości, stopnia ich mineralizacji oraz poprawy ukrwienia. Kości połączone są ze sobą za pomocą stawów. Staw tworzą zakończenia kości wraz ze strukturami przyległymi (torebką stawową, więzadłami). Ze względu na różne wzajemne rozmieszczenia zakończeń kości i części miękkich, wyróżnia się kilka rodzajów połączeń stawowych:

- stawy umożliwiające ruch ograniczony, czyli połączenia kości przy pomocy tkanki łącznej elastycznej lub tkanki chrzęstnej, powszechne między kośćmi pełniącymi rolę podporową i ochronną. Przykładem ich jest więzozrost (połączenia kości czaszki), chrząstkozrost (połączenia żeber z mostkiem) czy połączenia międzykręgowe.
- Stawy umożliwiające ruch swobodny, czyli stawy maziowe. Ten typ stawu charakteryzuje się obecnością chrząstki stawowej pokrywającej powierzchnie stawowe kości oraz wypełniającej przestrzeń między zakończeniami kości mazi stawowej. Umożliwia to poślizg fragmentów kostnych względem siebie i nadaje stawom elastyczność. Chrząstka zapobiega ścieraniu się powierzchni stawowych. Jej odżywianie możliwe jest dzięki obecności mazi – lepkiego płynu, produkowanego przez wewnętrzną powierzchnię torebki stawowej. Torebka stawowa czyli błona łącznotkankowa okrywająca staw od zewnątrz, zapewnia pozostawienie zakończeń kości w bliskim sąsiedztwie, dba o stabilność stawu. W niektórych stawach jej rolę wzmacniają więzadła.

Wraz z wiekiem, na skutek naturalnego starzenia się tkanki stawowej powstają w niej uszkodzenia i nieprawidłowości anatomiczne zwane zmianami zwyrodnieniowymi. Zmiany zaczynają się od chrząstek stawowych, które tracą swą sprężystość i gładkość. Przyczyną jest zmiana składu mazi stawowej, odżywiającej chrząstkę. Konsekwencją jest zmniejszona ruchomość stawu a także ból. Dowiedziono, że regularna aktywność ruchowa odpowiednio dostosowana do indywidualnej wydolności, zapobiega zahamowaniu odżywiania stawów, a przez to ich usztywnieniu wskutek niedoboru mazi stawowej. Uważa się również, iż ruch wzmacnia i uelastycznia więzadła i torebki stawowe.

## **2. Układ mięśniowy**

Układ mięśniowy człowieka składa się z około 400 mięśni. Stanowią one 35-40 % masy ciała. Zadaniem mięśni jest wykonywanie odpowiednich skurczów na polecenie układu

nerwowego. Możliwość skurczu mięśnie zawdzięczają odpowiedniej budowie komórek mięśniowych, zawierających w swoim wnętrzu włókienka białkowe: aktywne i miozynowe. Podstawą skurczu komórki jest powinowactwo między włókienkami aktyny i miozyny. Ich układ różni się w różnych typach mięśni.

Najliczniejszą grupę w układzie mięśniowym człowieka stanowią **mięśnie poprzecznie prążkowane szkieletowe**. Jest to jedyna grupa mięśni pracująca zależnie od naszej woli dzięki unerwieniu przez ośrodkowy układ nerwowy. Mięśnie szkieletowe umożliwiają przemieszczanie się organizmu w przestrzeni, zmiany ułożenia części ciała wobec siebie utrzymanie postawy ciała. Zbudowane są z dużych wielejadrzastych komórek, charakterystycznie załamujących światło zwanych włóknami mięśniowymi. W jednym mięśniu może znajdować się od 20 do 100 tys. takich włókien, pogrupowanych w tzw. jednostki motoryczne. Jednostka motoryczna (ruchowa) to jednostka funkcjonalna mięśnia na którą składa się neuron motoryczny i wszystkie zaopatrywane przez niego włókna mięśniowe. Mięsień może zawierać od 100 do 2000 jednostek motorycznych. Im jest ich więcej, tym precyzyjniejszy skurcz mięśnia. Komórki mięśni szkieletowych mają kształt wydłużonych walców. Są one całkowicie od siebie oddzielone, tak że stan czynnościowy jednej komórki nie może być przekazywany na inną komórkę. Wnętrze komórki mięśniowej wypełnione jest ułożonymi wzdłuż jej długiej osi włókienkami – miofibrillami. Każda miofibrilla zaś zawiera ułożone na przemian odcinki aktywne i miozynowe. Pomiedzy miofibrillami znajdują się mitochondria, miejsca powstawania energii do skurczu. Czerwone zabarwienie włókien mięśniowych wynika z obecności w nich mioglobiny – barwnika wiążącego tlen, niezbędny do wykonania długotrwałych wysiłków. Mięśniem poprzecznie prążkowanym ale o innej budowie mikroskopowej i właściwościach jest mięsień sercowy. Jego praca jest niezależna od naszej woli. Mięsień ten zbudowany jest z jedno- lub dwujadrzastych komórek, połączonych ze sobą wstawkami. Część tych komórek posiada zdolność do spontanicznych skurczów. Tworzą one skupienia w mięśniu sercowym nazywane ośrodkami automatyzmu serca. Dzięki nim serce, umieszczone w płynie odżywczym, może pracować nawet po wyizolowaniu organizmu. Trzecią grupę mięśni stanowią mięśnie gładkie, wchodzące w skład ścian narządów wewnętrznych. Mięśnie gładkie zbudowane są z niewielkich wrzecionowatych komórek, nie wykazujących poprzecznego prążkowania. Każda komórka mięśnia gładkiego zwana miocytem zawiera jednakże oba kurczliwe białka mięśni: aktynę i miozynę. Ich układ nie jest tak regularny, jak w przypadku mięśni poprzecznie prążkowanych. Zawartość białek kurczliwych jest ponadto mniejsza niż w mięśniach szkieletowych, co tłumaczy mniejszą siłę skurczu mięśni gładkich. Mioocyty unerwia autonomiczny układ nerwowy, co sprawia że wykazują zdolność do wykonywania powolnych ruchów oraz długotrwałych tonicznych skurczów, umożliwiających np.: utrzymywania ciśnienia krwi w naczyniach. Charakterystyczną cechą mięśni gładkich jest zdolność do spontanicznych, automatycznych skurczów.

Mechanizm skurczu jest w zasadzie taki sam we wszystkich typach mięśni organizmu człowieka, tzn. polega na przesunięciu się aktyny względem miozyny. Aktywacja układów kurczliwych w odpowiedzi na odebrany impuls nerwowy, związana jest z pojawieniem się w cytoplazmie komórek mięśniowych jonów wapnia. Łączenie się i rozłączanie włókienek

aktywnych i miozynowych, czyli utrzymywania się skurczu trwa, dopóki jony wapnia nie zostaną czynnie usunięte poza obręb komórki. Gdy to następuje, mięsień przechodzi w stan rozkurczu.

Bezpośrednim źródłem energii do skurczu jest ATP. Jego zapas w komórce mięśniowej wystarcza jednak tylko na kilka pierwszych sekund pracy mięśnia. Konieczna jest zatem regeneracja jego zasobów, odbywająca się kosztem związków nieorganicznych (np. fosfokreatyny), jak również związków organicznych (glikogenu, wolnych kwasów tłuszczowych).

Mięśnie mogą pracować zarówno w warunkach tlenowych, jak i beztlenowych, ale wówczas meczą się szybciej. Podczas krótkotrwałych wysiłków mięśnie czerpią energię z procesów beztlenowych, tj. beztlenowego rozkładu fosfokreatyny i glikogenu. Podczas wysiłków długotrwałych, dzięki wzmożonej pracy układów oddechowego i krążenia część energii pochodzi z tlenowych przemian związków organicznych, m.in., kwasów tłuszczowych. Po zakończeniu wysiłku splanowany jest dług tlenowy. Nadwyżka pochłanianego tlenu wykorzystana zostaje do odbudowy zużytych substratów energetycznych oraz usunięcia z mięśni produktów wysiłkowej przemiany materii.

Regularna aktywność ruchowa wiąże się z szeregiem zmian w układzie mięśniowym. Przede wszystkim na skutek rozbudowy, tj. wzrostu masy i objętości włókien mięśniowych zwiększa się ich udział w składzie ciała w stosunku do tkanki tłuszczowej. Rozbudowa mięśni wpływa korzystnie na poziom spoczynkowej przemiany materii. Pod wpływem regularnego wysiłku fizycznego wzrasta jej tempo. Ponadto obserwuje się także wzrost siły mięśniowej oraz poprawę koordynacji nerwowo-mięśniowej, co daje możliwość szybszego i precyzyjniejszego wykonywania ruchów. Wzrost zawartości substratów energetycznych oraz poprawia ukrwienia mięśni zwiększa ich wytrzymałość, czyli zdolność do wykonywania długotrwałej pracy.

### **3. Układ krążenia**

Układ krążenia rozprowadza krew w całym organizmie. Jest to niezbędne do podtrzymania najważniejszych procesów życiowych, tj. utrzymywania stałej temperatury ciała i dostarczania komórkom tlenu i składników pokarmowych.

Układ krążenia składa się z naczyń krwionośnych i serca. Naczynia tworzą zamknięty układ kanałów, przez które przepływa krew. Wyróżnia się trzy rodzaje naczyń: tętnice, żyły i naczynia włosowate. Tętnice są naczyniami wyprowadzającymi krew z serca, żyłami krew wraca do serca. Ściany tętnic i żył zbudowane są z trzech warstw: zewnętrznej warstwy tkanki łącznej, środkowej warstwy mięśni gładkich oraz warstwy wewnętrznej pokrytej śródbłonkiem. Ze względu na różnicę ciśnienia krwi płynącej w tętnicach i żyłach, grubość ich ścian różni się. Dotyczy to zwłaszcza warstwy środkowej, czyli warstwy mięśni gładkich, która jest mniej rozbudowana w żyłach. W odróżnieniu od tętnic, żyły ponadto posiadają zastawki, wymuszające przepływ krwi tylko w jednym kierunku – do serca. Naczynia włosowate posiadają ścianę jednowarstwową, co ułatwia zachodzącą w tej części układu krążenia wymianę substancji między krwią a komórkami ciała. Serce pełni rolę pompy,

zmuszającej krew do krążenia. Ściana serca, podobnie jak ściany tętnic i żył zbudowana jest z trzech warstw, przy czym mięsień sercowy jest mięśniem poprzecznie prążkowanym. Wnętrze serca podzielone jest na cztery jamy: dwa przedsionki i dwie komory. W sercu znajdują się również zastawki : przedsionkowo-komorowe (trójdzielna i dwudzielna) oraz półksiężycowate (płucna i aortalna), nadające odpowiedni kierunek prądowi krwi. W prawej części serca (prawym przedsionku i komorze) znajdują się krew uboga w tlen (odtleniona), w lewej bogata w tlen (utleniona). Wiąże się to z występowaniem dwóch obiegów krwi: małego (zwanego także płucnym) i dużego (somatycznego). W krwioobiegu małym krew z prawej części serca transportowana jest do płuc, gdzie ulega utlenowaniu, po czym wraca do części lewej serca. Tu rozpoczyna się krwioobieg duży, prowadzący krew bogatą w tlen do wszystkich komórek ciała.

Praca serca inicjowana jest przez impulsy elektryczne, powstające w samym sercu z częstotliwością 60-80 na minutę. Impulsy te generowane są w górnej części prawego przedsionka, w skupisku komórek bodźcotwórczych zwanym węzłem zatokowym. Bodźce te są następnie przenoszone do podobnego ośrodka zwanego węzłem przedsionkowo-komorowym, leżącym w dolnej części prawego przedsionka. Stąd przy pomocy pęczka HISA i jego odnóg trafiają do ścian komór. Pod wpływem każdego impulsu powstałego w węźle zatokowym następuje skurcz mięśnia sercowego. Pojedynczy cykl pracy serca składa się z fazy skurczu i fazy rozkurczu. Faza skurczu rozpoczyna się skurczem przedsionków, który kończy wypełnianie komór krwią. Skurcz komór rozpoczyna zamknięcie zastawek przedsionków-komorowych. Zapobiega to cofnięciu się krwi do przedsionków oraz wywołuje wzrosty ciśnienia w komorach. Następstwem jest otwarcie zastawek w ujściach tętniczych (półksiężycowatych) i wyrzut krwi z komór do tętnic. Po wtłoczeniu krwi do tętnic, mięsień komór wiotczeje i następuje faza rozkurczu. Podczas jej trwania krew napływa do przedsionków komór.

Cykliczna praca serca wywołuje stałe zmiany ciśnienia krwi w tętnicach, tzw. ciśnienia tętniczego. Najwyższe wartości ciśnienia to osiąga podczas skurczu komór – ciśnienie skurczowe (120-140 mmHG), natomiast najniższe podczas rozkurczu komór – ciśnienie rozkurczowe (75-90 mmHG). Wartości ciśnienia tętniczego są uzależnione od wielu czynników: wieku, płci, uwarunkowań genetycznych, stanu fizycznego i emocjonalnego organizmu.

Wtłaczanie krwi do tętnicy głównej (aorty) powoduje przejściowe rozciągnięcie jej sprężystych ścian. Rozszerzony fragment wywołuje rozszerzenie odcinka sąsiedniego. Tak powstaje, przesuwaną się wzdłuż naczyń tętniczych fala tętna. Częstość tętna jest równa częstości skurczów serca i w spoczynku wynosi około 70 uderzeń na minutę.

Ilość krwi, jaka przepływa przez serce w ciągu minuty określa się mianem objętości minutowej serca. W spoczynku wynosi ona przeciętnie 4-5l/min. Jej wielkość uzależniona jest od częstości tętna oraz wielkości objętości wyrzutowej (objętości krwi wtłaczanej tętnic podczas jednego skurczu serca). Objętość minutowa serca zmienia się m.in. w sytuacji wykonywania wysiłku fizycznego, pobudzenia emocjonalnego, zmian temperatury otoczenia.

Korzystny wpływ wysiłku fizycznego na organizm człowieka został najlepiej udokumentowany w przypadku układu krążenia. Systematyczna aktywność fizyczna działa pozytywnie na układ krążenia bezpośrednio i pośrednio, poprzez wpływ na gospodarkę węglowodanową, tłuszczową oraz na zjawisko krzepnięcia krwi i fibrynolizy (istotne w utrzymywaniu krwi w stanie płynnym).

Optymalny trening fizyczny sprawia, że układ krążenia pracuje ekonomicznie, ponieważ w spoczynku częstość skurczów serca zmniejsza się do 50-50 uderzeń/minutę. Obniżeniu ulega także skurczowe i rozkurczowe ciśnienie tętnicze (zapobiega nadciśnieniu tętniczemu). Zwiększa się natomiast objętość. Objętość wyrzutowa i minutowa serca, będące wynikiem wzrostu objętości komór i kurczliwości mięśnia sercowego (lepsze zaopatrzenie tkanek w tlen). Praca fizyczna, zwłaszcza wykonywana przy udziale kończyn dolnych, ułatwia przepływ krwi żyłnej, zapobiegając nadmiernemu rozciąganiu zastawek żylnych i powstawaniu żylaków. Udowodniono, iż brak aktywności fizycznej jest jednym z głównych czynników ryzyka zachorowania na miażdżycę, której skutkami są choroba niedokrwienna serca, zawały serca, udary mózgowo, tętniaki. Zdrowy styl życia, obejmujący stosowanie właściwej diety i zwiększoną aktywność ruchową, zapobiega rozwojowi miażdżycy, dzięki korzystnym zmianom profilu lipidowego (obniżenie poziomu LDL cholesterolu i triacylogliceroli oraz wzrost poziomu HDL cholesterolu we krwi), a także przeciwdziałaniu otyłości. Regularne ćwiczenia fizyczne pozwalają także w dużym stopniu zapobiegać powtórny zawałom serca i udarom mózgu. Należy jednak podkreślić, iż pozytywne zmiany w układzie krążenia wywołane aktywnością fizyczną są ściśle uzależnione od jej charakteru. Przyjmuje się, że optymalnym jest wysiłek fizyczny obejmujący duże grupy mięśniowe (dynamiczny), wykonywany systematycznie, zwiększający normalny wydatek energetyczny o 2000 kcal tygodniowo.

#### **4. Układ oddechowy**

Przemiana materii, czyli przemiany chemiczne i energetyczne zachodzące w żywym organizmie, wymaga odpowiedniej ilości tlenu. Funkcja układu oddechowego polega na dostarczeniu tlenu do organizmu oraz usuwaniu z niego dwutlenku węgla, produktu przemian metabolicznych (wymiana gazowa). Układ ten składa się z dróg oddechowych i płuc. Drogi oddechowe obejmują jamę nosową, gardziel, krtani, tchawicę, oskrzela i oskrzeliki. Zadaniem dróg oddechowych jest oczyszczanie, ogrzewanie i nawilżanie wdychanego powietrza. Właściwym narządem wymiany gazowej są płuca, umieszczone wewnątrz klatki piersiowej. Płuco prawe jest większe i składa się z trzech płatów (górnego, środkowego i dolnego), płuco lewe – mniejsze ma tylko dwa płaty (górny i dolny). Płuca mają budowę gąbczastą, tzn. zbudowane są z olbrzymiej liczby kulistych tworów, zwanych pęcherzykami płucnymi. Powierzchnię płuc pokrywa delikatna błona zwana opłucną, która łączy się z błoną wyściełającą ściany klatki piersiowej. Między nimi znajduje się niewielka przestrzeń wypełniona płynem opłucnym. Dzięki temu połączeniu płuca mogą zmieniać swoją objętość w następstwie zmian objętości klatki piersiowej, co umożliwia wykonywanie ruchów oddechowych. **Wdech** jest wynikiem zwiększenia objętości klatki piersiowej na skutek skurczu mięśni międzybrownych zewnętrznych i przepony. Spadek ciśnienia w drogach oddechowych poniżej ciśnienia zewnętrznego powoduje wciągnięcie

powietrza do płuc. Rozkurcz mięśni wdechowych wiąże się z opadnięciem ścian klatki piersiowej, zmniejszeniem jej objętości i wypuszczeniem powietrza z układu oddechowego **(wydech)**.

Ilość powietrza mieszcząca się w płucach przy maksymalnym wdechu, następującym po maksymalnym wydechu określana jest mianem pojemności życiowej płuc. Przeciętnie wynosi ona około 4000 ml.

Wymiana gazowa zachodzi na ogromnej powierzchni (około 100 m<sup>2</sup>), utworzonej przez pęcherzyki płucne wraz z oplatającymi je naczyniami krwionośnymi. Warunkiem zachodzenia wymiany gazowej w pęcherzykach płucnych jest cykliczny przepływ powietrza przez płuca oraz wymuszony pracą serca, przepływ krwi przez płucne naczynia włosowate. Wymiana gazowa odbywa się dzięki różnej zawartości tlenu i dwutlenka węgla w powietrzu pęcherzykowym i krwi. Tlen z powietrza wdychanego przechodzi (dyfunduje) do krwi, gdzie w postaci związanej z hemoglobina transportowany jest do wszystkich komórek ciała. Dwutlenek węgla powstający w przemianach komórkowych, dyfunduje w kierunku odwrotnym i podczas wydechu zostaje wydany na zewnątrz.

Podstawowy rytm wdechów i wydechów regulowany jest przez ośrodek oddechowy leżący w rdzeniu przedłużonym. Praca tego ośrodka podlega kontroli wyższych struktur nerwowych, jak również regulacji przez wiele czynników (np. : zmiany temperatury ciała lub otoczenia, wilgotności powietrza, wahania ciśnienia atmosferycznego czy wzrost zawartości dwutlenku węgla we krwi tętnicznej).

Wpływ regularnej aktywności fizycznej na układ oddechowy objawia się przede wszystkim zwiększeniem wentylacji minutowej płuc, czyli ilości powietrza przepływającego przez płuca w ciągu minuty. Ponadto dzięki równoczesnemu usprawnieniu pracy układu krążenia, wzrasta także pojemność dyfuzyjna płuc i pojemność tlenowa krwi (wzrost zawartości hemoglobiny). Umożliwia to lepsze zaopatrzenie komórek ciała w tlen, co znacznie poprawia zdolność organizmu do wykonywania wysiłku wiąże się ze zwiększeniem produkcji wolnych rodników. Wolne rodniki (inaczej prooksydanty) to reaktywne formy tlenu, przeprowadzające reakcje utleniania lipidów, m.in. budujących ściany komórkowe (niszczenie błon komórek) oraz składowych frakcji LDL cholesterolu, co przyspiesza zmiany miażdżycowe. Organizm broniąc się przed ich działaniem produkuje tzw. antyoksydanty – substancje neutralizujące wolne rodniki. Według licznych badań umiarkowana aktywność fizyczna nie tylko nie zaburza równowagi pro-antyoksydacyjnej, ale poprawia skuteczność działania antyoksydantów.

### **5. Układ nerwowo-hormonalny**

Układ nerwowy jest zespołem narządów regulujących i koordynujących czynności organizmu, umożliwiając jego przystosowanie do środowiska. Jego działanie zależy od zdolności odbioru, przetwarzania i reagowania na bodźce.

Uwzględniając budowę, układ nerwowy można podzielić na: układ ośrodkowy i obwodowy. Ośrodkowy układ nerwowy leży wewnątrz czaszki i kanału kręgowego człowieka. Ośrodkowy układ nerwowy tworzą mózgowie i rdzeń kręgowy. Tu ma swoje źródło każde zachowanie człowieka. Ośrodkowy układ nerwowy leży wewnątrz czaszki i kanału kręgowego. Chronią go także trzy błony łącznotkankowe zwane oponami

mózgowymi (twarda, pajęczna i miękka) oraz krążący między nimi płyn mózgowo-rdzeniowy. Do obwodowego układu nerwowego zalicza się nerwy czaszkowe i rdzeniowe oraz skupiska komórek nerwowych poza ośrodkowym układem nerwowym czyli tzw., zwoje nerwowe. Biorąc pod uwagę funkcje, wyróżnia się układ nerwowy somatyczny i antonimiczny (wegatywny). Somatyczny układ nerwowy podlega kontroli kory mózgowej, a jego efektorami są mięśnie szkieletowe. Zadaniem autonomicznego układu nerwowego jest sterowanie pracą narządów wewnętrznych i metabolizmem tkanek. Jego działanie nie podlega świadomości i woli człowieka. Układ autonomiczny dzieli się na część współczulną i przywspółczulną, działające względem siebie na ogół antagonistycznie, np.: pobudzenie układu współczulnego przyspiesza akcję serca, podczas gdy aktywacja układu przywspółczulnego zwalnia ją.

Strukturalną i funkcjonalną jednostką układu nerwowego jest komórka nerwowa (neuron) o charakterystycznej budowie, umożliwiającej przenoszenie pobudzeń w postaci impulsów elektrycznych. W komórce tej można wyróżnić ciało komórki i wypustki. Na ogół występują dwa rodzaje wypustek: dendryty (liczne, krótkie) i akson (pojedynczy, długi). Za pomocą wypustek komórki nerwowe kontaktują się, przekazując sobie nawzajem impulsy nerwowe. Miejsca styku między komórkami nerwowymi, bądź komórkami nerwowymi i efektorowymi (komórki mięśniowe lub gruczołowe) określa się mianem synaps.

Podstawową czynnością układu nerwowego jest reagowanie na bodźce, czyli nagłe zmiany środowiska zewnętrznego lub wewnętrznego. Automatyczne, stereotypowe reakcje organizmu na określone bodźce nazywamy odruchami. Większość czynności życiowych organizmu jest efektem ich działania. Strukturalnym podłożem odruchów jest łuk odruchowy. Łuk odruchowy to droga jaka przebywa impuls nerwowy od narządu odbiorczego (receptora), poprzez ośrodek nerwowy do narządu wykonawczego i efektor. Odruchy mogą być wrodzone, przekazywane dziedzicznie (oddruchy bezwarunkowe) i nabyte - wyuczone w trakcie życia organizmu (oddruchy warunkowe). Do odruchów warunkowych zaliczane są również tzw. nawyki ruchowe. Nawykiem ruchowym jest jazda na rowerze czy na nartach. Są to czynności nabyte, utrwalone na skutek wielokrotnego powtarzania. Ich tworzenie i doskonalenie jest zasadniczym celem treningu technicznego w sporcie. Doskonalenie nawyków ruchowych polega na dążeniu do wykonywania danej czynności ruchowej w sposób coraz bardziej ekonomiczny, dokładny, płynny oraz z coraz mniejszym udziałem świadomości.

Ruchy dowolne, czyli wykonywane zależnie od naszej woli powstają pod wpływem impulsów generowanych w dużych komórkach mózgu. Komórki te zwane piramidalnymi w obszarze płata czołowego kory. Tu biorą swój początek tzw. Drogi piramidowe, kończące się w komórkach ruchowych rdzenia kręgowego. Komórki te wysyłają impulsy do odpowiednich mięśni.

Z ośrodkami nerwowymi ściśle współpracują narządy zmysłów, zawierające komórki receptorowe, wrażliwe na dany rodzaj bodźca zewnętrznego.

Zmysł wzroku wyspecjalizowany jest w odbiorze fal elektromagnetycznych w zakresie światła widzialnego. Ścianę gałki ocznej budują trzy błony: twardówka, naczyniówka i



siatkówka. Wewnątrz znajduje się soczewka, ciało szkliste oraz ciecz wodnista, struktury tworzące aparat załamujący światło i skupiający je na siatkówce. Siatkówka jest właściwą warstwą światłoczułą oka, gdyż zbudowana jest z wrażliwych na bodźce wzrokowe komórek: pręcików i czopków. Od niej odchodzi nerw wzrokowy, przewodzący impulsy do kory wzrokowej mózgu (płata potyliczny)

Zmysł słuchu pozwala na odbiór fal dźwiękowych. Receptorem słuchu jest narząd Cortiego położony w ślimaku ucha wewnętrznego. Ucho dzieli się na ucho zewnętrzne obejmujące małżowinę uszną i zewnętrzny przewód słuchowy zakończony błoną bębenkową, ucho środkowe zawierające trzy kosteczki słuchowe (przenoszą drgania błony bębenkowej do ucha wewnętrznego) oraz ucho wewnętrzne. Ucho wewnętrzne zawiera właściwy narząd słuchu, wyposażony w komórki zmysłowe reagujące na docierające tu drgania i zmieniające je w impulsy nerwowe. Impulsy te są odprowadzane nerwem słuchowym do kory słuchowej mózgu (płata skroniowy). Ucho wewnętrzne zawiera również narząd równowagi, dający czucie położenia i ruchów ciała w przestrzeni. Stanowią go trzy kanały półkoliste, łagiewka i woreczek, wysłane komórkami zmysłowymi.

Receptorami zmysłu smaku są kubki smakowe rozmieszczone w nabłonku języka i podniebienia miękkiego. Dają one możliwość odbioru czterech podstawowych smaków: kwaśnego, gorzkiego, słonego i słodkiego. Zdolność poznawania otoczenia poprzez kontakt ze skórą zapewnia zmysł dotyku. Podstawowymi wrażeniami dotykowymi są: uczucie zimna, ciepła i bólu. Wrażenia te odbierane są przez skórę, w której znajdują się zakończenia nerwowe zwane ciątkami. Najbardziej wrażliwe dotykowo są opuszki palców i koniec języka. Zmysł węchu pozwala na rozpoznawanie substancji lotnych zawartych w powietrzu. Substancje te drażnią receptory w błonie śluzowej jamy nosowej. U człowieka w porównaniu do zwierząt zmysł ten jest słabo rozwinięty. Impulsy węchowe są przekazywane do odpowiedniej okolicy kory mózgowej, gdzie są rozpoznawane.

W koordynacji i regulacji procesów chemicznych zachodzących w organizmie, obok układu nerwowego istotną rolę odgrywa również układ hormonalny (dokrewny). W porównaniu z układem nerwowym, układ hormonalny charakteryzuje wolniejsze działanie. Jego efekty także trwają dłużej, niekiedy wiele dni a nawet wydzielania wewnętrznego (dokrewnymi), produkujące substancje (hormony), wywierające swoiste działanie na inne komórki lub narządy ciała, znacznie odległe od miejsc ich powstania. Do narządów docelowych hormony trafiają za pośrednictwem krwi. Cechą charakterystyczną hormonów jest możliwość wpływania przez jeden hormon na wiele procesów. Hormony są uwalniane do krwi cyklicznie, w takt rytmów dobowych, sezonowych czy rocznych. Procesy wydzielania hormonów są nadzorowane przez ośrodki podlegające regulacji czynników zewnętrznych (długość dnia, temperatura) i wewnętrznych. Ośrodki te znajdują się w układzie nerwowym, rejestrującym zmiany otoczenia lub zmiany wewnątrz organizmu. Miejscem integracji układu nerwowego i hormonalnego jest podwzgórze. Tu docierają informacje o stanie metabolicznym ustroju czy np. o jego aktywności fizycznej. Pod ich wpływem podwzgórze wydziela różne neurohormony, zmieniające z kolei pracę, podlegającej podwzgórzowi przysadki mózgowej. Do hormonów przysadki mózgowej należą m.in.: hormon wzrostu, prolaktyna oraz hormony tropowe – sterujące pracą tarczycy

(tyreotropina), nadnerczy (kortykotropina) i gonad (folitropina, lutropina). Oprócz w/w, do najważniejszych gruczołów wydzielania wewnętrznego zaliczane są także szyszynka, przytarczyce, grasicca i trzustka. Powstające w nich hormony warunkują prawidłowe funkcjonowanie organizmu zarówno w stanie spoczynku, jak i pobudzenia (fizycznego i psychicznego). Podczas wysiłku fizycznego zmienia się aktywność autonomicznego układu nerwowego i czynność szeregu gruczołów dokrewnych. Zmiany te związane są przede wszystkim z kontrolą mobilizacji, syntezy i wykorzystanie substratów energetycznych. Szczególne znaczenie w kontroli metabolizmu wysiłkowego ma wzrost stężenia we krwi glukagonu i obniżenie stężenia insuliny (hormony trzustki) oraz wzrost stężenia hormonu wzrostu (przysadka mózgowa) i hormonów nadnerczy (kortyzol, adrenalina i noradrenalina). Udowodniono, że regularne ćwiczenia fizyczne wiążą się ze zwiększeniem aktywacji układu przywspółczulnego podczas wysiłku, przy tłumieniu działania układu współczulnego, co znacznie przyspiesza usuwanie skutków zmęczenia. Ponadto usprawnieniu podlega także praca ośrodkowego układu nerwowego (wzmocnienie mechanizmów czucia głębokiego, połączeń koordynacyjnych, zwiększenie wrażliwości analizatorów wzrokowych, słuchowych i ruchowych). Systematyczny trening fizyczny poprawia funkcje psychiczne człowieka. Manifestuje się to łagodzeniem stanów lękowych i depresyjnych, poprawą pamięci i neutralizowaniem dolegliwości związanych ze stresem. Ważną zmianą pojawiającą się u osób aktywnych fizycznie jest obniżenie stężenia insuliny we krwi i uwrażliwienie tkanek na jej działanie. Ma to istotne znaczenie w zapobieganiu wystąpienia cukrzycy.

## **6. Układ pokarmowy**

Człowiek uzyskuje energię konieczną do przeprowadzenia procesów życiowych oraz składniki potrzebne do wzrostu i rozwoju z rozkładu pobranych w pokarmie złożonych związków organicznych. Oprócz związków organicznych pokarm winien zawierać również witaminy i mikroelementy, niezbędne do prawidłowego przebiegu przemian metabolicznych. Składniki pokarmowe jako złożone związki wielocząstkowe muszą ulec rozkładowi na związki proste, przyswajalne przez organizm. Proces ten nazywany jest trawieniem i zachodzi w przewodzie pokarmowym. Przewód pokarmowy rozpoczyna się w jamie ustnej, następnie w jego skład wchodzi: gardło, przełyk, żołądek, jelito cienkie i grube oraz odbytnica. Do układu pokarmowego zaliczane są również gruczoły (ślinianki, wątroba, trzustka), wytwarzające wydzieliny (ślinę, żółć, sok trzustkowy). Pobrany pokarm w początkowym odcinku przewodu pokarmowego ulega rozdrobnieniu i uwodnieniu, po czym w odcinku środkowym przewodu jest stopniowo trawiony i wchłaniany. W trawieniu składników pokarmowych biorą udział liczne enzymy trawienne. Produkty ich działalności, czyli aminokwasy, cukry proste i kwasy tłuszczowe wchłaniane są do ustrojowych płynów transportujących (krwi i limfy). W końcowym odcinku przewodu pokarmowego ma miejsce wchłanianie wody i formowanie kału. Wysiłki fizyczne o małej intensywności nie wywierają znacznego wpływu na pracę przewodu pokarmowego. Natomiast ciężkie wysiłki, zwłaszcza długotrwałe mogą hamować widzialnie enzymów trawiennych oraz perystaltykę jelit.

## **7. Układ wydalniczy**

Układ wydalniczy odpowiedzialny jest za usuwanie z organizmu zbędnych produktów przemiany materii oraz za regulację gospodarki wodno-mineralnej. Podstawowym narządem wydalniczym są nerki, natomiast funkcje pomocnicze pełnią skóra i płuca. Wraz z moczem (produktem filtracji krwi) usuwane są końcowe produkty przemiany materii, takie jak: mocznik, kwas moczowy, kreatynina czy inne. Przy czym nie dochodzi do wydalania substancji cennych dla organizmu (glukozy, aminokwasów, białek). Czynność nerek ma podstawowe znaczenie dla utrzymania stałości środowiska wewnętrznego ustroju. Wiąże się to z ich zdolnością do usuwania nadmiaru wody i rozpuszczonych w niej substancji tak, aby skład i objętość płynów ustrojowych pozostawały bliskie wartościom optymalnym. Podczas wykonywania wysiłku fizycznego zmniejsza się ilość wytwarzanego moczu.