

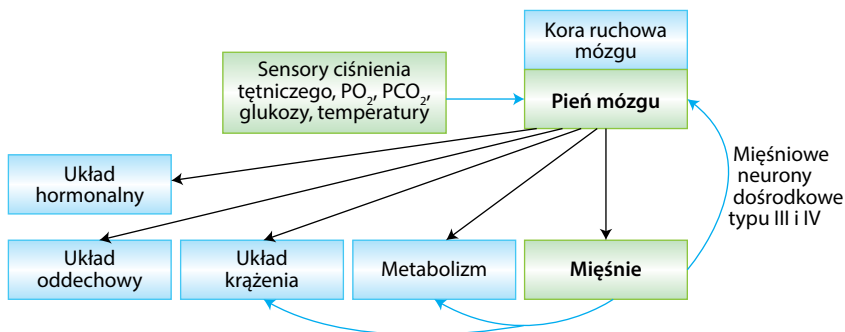
REAKCJA ORGANIZMU NA WYSIŁEK FIZYCZNY

Zależny od woli ruch ciała rozpoczyna się w korze ruchowej mózgu. Sygnał przekazywany przez rdzeń kręgowy pobudza wybrane włókna mięśniowe i rozpoczynają się skoordynowane skurcze i rozkurcze mięśni. Ten proces nazywa się **rekrutacją jednostek motorycznych**, czyli grup włókien mięśniowych unerwionych przez ten sam neuron ruchowy. Równoległe, zstępujące sygnały nerwowe przekazywane są do:

- » układu krążenia,
- » układu oddechowego,
- » układu hormonalnego,
- » wszystkich układów, organów i tkanek związanych z dostarczaniem tlenu i substratów energetycznych oraz utrzymaniem wewnętrznej równowagi organizmu – homeostazy.

Natychmiast też pojawia się zwrotne pobudzenie nerwowe z pracujących mięśni, przewodzone przez wstępujące (*aferentne*) neurony mięśniowe, sygnalizujące bieżące zapotrzebowanie na tlen i substraty energetyczne. Dodatkowe, bardzo istotne informacje przekazywane są przez receptory monitorujące ciśnienie i objętość krwi, stężenie glukozy i ciśnienie parcjalne tlenu i dwutlenku węgla we krwi oraz temperaturę (ryc. 2.1).

Wymienione procesy biologiczne związane są ze złożonym zjawiskiem fizjologicznym, jakim jest wysiłek fizyczny, definiowany jako zależne od woli pobudzenie mięśni szkieletowych dla celów aktywności życiowych, zawodowych, rekreacyjnych i sportowych.



Rycina 2.1. Mechanizmy ośrodkowej kontroli w czasie dynamicznego wysiłku.

2.1

Skurcz mięśni

Skurcze mięśni szkieletowych są efektem powtarzających się procesów molekularnych wewnątrz sarkomerów – jednostek funkcjonalnych włókna mięśniowego. Głównymi elementami struktury sarkomeru są białkowe filamenty:

- » miozynowe (filamenty grube),
- » aktynowe (filamenty cienkie).

Mięsień kurczy się, gdy sarkomer się skraca w wyniku wzajemnego przesuwania się filamentów miozynowych i aktynowych, w efekcie wytwarzania funkcjonalnych i dynamicznych połączeń między filamentami. Te połączenia nazywa się mostkami poprzecznymi. Ich tworzenie rozpoczyna się wówczas, kiedy pod wpływem pobudzenia nerwowego następuje depolaryzacja błony komórkowej komórki mięśniowej (sarkolemy) i wywołanie potencjału czynnościowego. Pod wpływem potencjału czynnościowego z retikulum sarkoplazmatycznego do cytoplazmy komórki mięśniowej (sarkoplazmy) uwalniane są jony wapnia (Ca^{2+}). **Zmiany stężenia Ca^{2+} to kluczowe zjawisko w procesie skurczu i rozkurczu.** Uwolniony wapń łączy się z białkowym kompleksem tropomiozyny i troponiny otaczającym aktynę. Przyłączenie wapnia do troponiny powoduje zmianę konfiguracji kompleksu i ekspozycję na aktynie miejsca wiązania miozyny. Z miejscem tym łączy się element miozyny nazywany główką. W stanie spoczynku główka miozyny jest energetycznie aktywna i posiada przyłączoną do niej cząsteczkę adenozy-no-dwufosforanu (ADP) oraz nieorganicznego fosforu.

Po ekspozycji miejsc wiązania na aktynie następuje połączenie i formują się mostki poprzeczne. Uwalniana jest cząsteczką fosforu, co powoduje wzmocnienie wiązania (**krok 1. cyklu**). W kolejnym kroku uwalniana zostaje cząsteczką ADP i następuje ruch główki powodujący przesunięcie aktyny do centrum sarkomeru (**krok 2. cyklu**). Następnie do główki miozyny przyłącza się cząsteczką energetyczna adenozy-notrifosforanu (*adenosine triphosphate* – ATP). W wyniku tego zdarzenia wiązanie między aktyną i główką miozyny słabnie i główka odłącza się od aktyny (**krok 3. cyklu**).