

## Mięśnie monitorujące – co to za mięśnie?

PD Dr. Thjomas J. Strasmann <http://www.everything-virtual.org>

Tłumaczenie na polski © 2005 Maciej Miszkiewicz, Łódź,  
[miszkiewicz@mnc.pl](mailto:miszkiewicz@mnc.pl)

### Streszczenie

Wśród receptorów mięśniowych najważniejsze w sterowaniu przebiegiem ruchu są receptory długości mięśnia, występujące we wrzecionkach nerwowo-mięśniowych w postaci zakończeń pierścieniowo-spiralnych. W dużych mięśniach znajdują się one najczęściej w obszarze, który można by określić jako obszar sensoryczny, w przeciwieństwie do pozostałej części tego mięśnia – wykonującej pracę. Są jednak także bardzo małe mięśnie, które praktycznie składają się tylko z wrzecionek nerwowo-mięśniowych i prawie w ogóle nie posiadają włókien kurczliwych, wykonujących pracę. Takie małe mięśnie są określane jako mięśnie monitorujące, zwłaszcza jeśli są rozmieszczone równoległe do dużych mięśni lub grup mięśniowych. Nie służą one umożliwianiu aktywnego ruchu, lecz są traktowane jako oddzielne czujniki dużych, pracujących równoległe mięśni.

### Wrzecionka nerwowo-mięśniowe i sterowanie ruchem

Wrzecionka nerwowo-mięśniowe mierzą długość otaczających je, pracujących mięśni. Także ciała buławkowate w ścięgnach są ważne dla sterowania przebiegiem ruchu: mierzą siłę, jaką rozwijają pracujące mięśnie. Z obu informacji – o długości i o sile mięśnia – mózdzek oblicza stan aparatu ruchu na chwilę obecną, ustawienie i ruch stawów i robi na podstawie tych wyliczeń propozycje dla następnego, wykonywanego ruchu. Ten nowy ruch dochodzi do skutku dzięki obliczeniom mózdzku wtedy, jeżeli „z góry”, z wyższych centrów mózgowych przyzwolenie i udzielony zostaje rozkaz wykonania ruchu. W końcu sygnały motoryczne osiągają rdzeń, który poprzez impulsy uruchamia mięśnie. W procesie tym aktywny udział biorą wrzecionka nerwowo-mięśniowe i ciała buławkowate w ścięgnach.

### Rozmieszczenie wrzecionek nerwowo-mięśniowych

W wyżej opisanym, kompleksowym przedsięwzięciu, mózg wykorzystuje wrzecionka nerwowo-mięśniowe i ciała buławkowate. Te proprioreceptory (w mięśniach i w obrębie przejścia mięśnia w ścięgno) znajdują się wszędzie tam, gdzie występują włókna mięśniowe typu I. Z fizjologii wiadomo, że podczas skurczu mięśni wolne, tenowe włókna mięśniowe typu I napinają się przed szybkimi, tlenowo-glikolitycznymi włóknami typu II, podczas gdy szybkie, wyłącznie glikolityczne włókna II b uaktywniają się tylko przy szybkich, silnych kontrakcjach. Ponieważ proprioreceptory znajdują się wszędzie tam, gdzie ulokowane są, pracujące zawsze włókna typu I, mogą rejestrować każdą zmianę długości lub siły skurczu otaczających mięśni.

### Różne rozmieszczenie włókien mięśniowych

Niektóre mięśnie wykazują bardziej lub mniej równomierne rozmieszczenie wolnych włókien typu I. Wrzecionka nerwowo-mięśniowe i ciała buławkowate rozmieszczone są najczęściej w całym mięśniu. Przykładem są tu małe podpotyliczne mięśnie karku. Wiele mięśni posiada jednak nieregularne rozmieszczenie swoich włókien mięśniowych różnych typów. W tym przypadku proprioreceptory znajdują się w rejonie (na wycinku bardziej czerwona część), który jest określanej jako „obszar sensoryczny”. Przykładem jest tu mięsień biceps brachii, którego caput longum zawiera bardzo wiele włókien mięśniowych typu II i którego caput breve wykazuje w odcinkach przykostnych przeważnie włókna typu I. Niektóre grupy mięśniowe wyodrębniają nawet ten sensoryczny kompartment jako własny, mały, równoległy działający mięsień. Te małe mięśnie zwane są mięśniami monitorującymi lub monitorami kinezyjologicznymi.

### Przykład: m. plantaris u człowieka

Szczególnie małe mięśnie w okolicy stawów, które działają równoległe do dużych mięśni i przyporządkowane są tej samej co one funkcji, są prawdopodobnie takimi mięśniami monitorującymi. Jako przykład u człowieka Pet i wsp. (1984) podają m. plantaris, który wspólnie z m. triceps surae m.in. powoduje podeszwowe zgięcie stopy. Ten mięsień wykazuje nieoczekiwanie wysoką ilość wrzecionek nerwowo-mięśniowych, przypadających na gram masy (3,71 wrzecionek/g), która wielokrotnie przekracza tę samą wartość w m. triceps surae ((0,67 wrzecionek/g). Przy wyproście grzbietowym stopy względnie bierna zmiana długości i jej prędkość w m. plantaris wynosi prawie trzykrotność tej wartości w m. gastrocnemius (mięsień brzuchaty łydki). Ponieważ wrzecionka nerwowo-mięśniowe odpowiadają za

zmianę długości i jej prędkość, bogaty w receptory m. plantaris kwalifikuje się jako kinezyjologiczny mięsień monitorujący zmianę ustawienia, szczególnie w wyproście grzbietowym w górnym stawie skokowym.

### Inne przykłady

Można przypuszczać, że u człowieka następujące mięśnie są mięśniami monitorującymi: m. supinator, m. pronator quadratus, mm. lumbrales, m. piriformis, mm. gemelli, m. popliteus i wspomniany już m. plantaris. U zwierząt obok m. popliteus zostały opisane także inne mięśnie monitorujące: u psa mały m. articularis coxae, który równoległe do m. iliopsoas zgina biodro. U człowieka nie występuje on jako oddzielny mięsień, lecz tworzy w m. iliacus najgłębszą warstwę, która najczęściej ma zabarwienie mocno czerwone na preparacie i w badaniu mikroskopowym wykazuje liczne wrzecionka nerwowo-mięśniowe. Również u psa m. articularis genus, który prostuje kolano równoległe do m. quadriceps femoris, wydaje się być mięśniem monitorującym. Kolejnym mięśniem monitorującym u różnych zwierząt jest prawdopodobnie m. tenuissimus, który, określanej także jako m. tensor fasciae cruris lub m. abductor cruris caudalis, rozpoczyna się od ogonowej strony kości krzyżowej i ciągnie się do tibia i do fascia cruris.

### Koncepcja mięśni monitorujących

Rozmieszczenie wrzecionek nerwowo-mięśniowych i ciałek buławkowatych następuje wg anatomiczno-funkcjonalnej zasady: w mięśniach z mieszanym podziałem są raczej wszędzie obecne, w części mięśni znajdują się w rejonie sensorycznym, a w małych i w najmniejszych mięśniach, które są przyporządkowane tej samej aktywnej funkcji, równoległe do dużych mięśni, stanowią główną masę mięśnia. Należy przy tym pamiętać, że wszystkie dane o rozmieszczeniu receptorów w sposób oczywisty opierają się na nielicznych potwierdzeniach badawczych. Szczególnie w przypadku mikroskopowych badań, dużych mięśni ludzkich, za mało jest danych, aby być pewnym, że ta koncepcja jest więcej niż tylko koncepcją.

### Jak się uczyć?

Uczącym się można by podpowiedzieć, że najpierw należy nauczyć się małych mięśni, które podejrzewa się o rolę monitorującą, w swojej aktywnej funkcji, tak jak byłyby całkiem zwyczajnym mięśniami. Pasywna funkcja, a więc ruch, który prowadzi do rozciągania mięśnia, jest ruchem, który mięsień monitorujący melduje centralnemu układowi nerwowemu.

m. plantaris	
przyczep bliższy:	proximal condylus lateralis femoris, torebka stawowa kolana
przyczep dalszy:	długim ścięgnem na przyśrodkowej stronie calcaneus, równoległe do m. triceps surae
unerwienie:	n. tibialis (S1-S2)
funkcja aktywna:	zgięcie, rotacja do wewnątrz (kolano), zgięcie podeszwowe, supinacja (górnny staw skokowy/dolny staw skokowy)
funkcja pasywna:	wyprost, rotacja na zewnątrz (kolano), prostowanie grzbietowe, pronacja (górnny staw skokowy/dolny staw skokowy)
„Funkcja pasywna” wskazuje funkcje monitorującą.	

### „Twórcy” koncepcji mięśni monitorujących:

Amonoo-Kuofi HS (1989) Morphology of muscle spindles in the human popliteus muscle - Evidence of a possible monitoring role of the popliteus muscle in the locked knee joint? Acta anat (Basel) 134:48-53.

Peck D, Buxton DF, Nitz A (1984) A comparison of spindle concentrations in large and small muscles acting in parallel combinations. J Morphol 180:243-252.

© PD Dr. Thjomas J. Strasmann <http://www.everything-virtual.org>

Tłumaczenie na polski © 2005 Maciej Miszkiewicz, Łódź,  
[miszkiewicz@mnc.pl](mailto:miszkiewicz@mnc.pl)