

WPLYW DRAŻNIENIA INTEROCEPTORÓW NA STAN CZYNNOŚCIOWY MIĘŚNIA SZKIELETOWEGO PO PRACY

Z Zakładu Fizjologii Inst. Naukowego Kult. Fiz.
i Zakładu Fizjologii Pracy A. M. w Warszawie
Kierownik: prof. dr Wł. Missiurc

Pobudzenie interoceptorów odbija się nie tylko na czynności układu krążenia i oddychania, ale i innych narządów i tkanek ustroju.

Znane są powszechnie występujące w warunkach fizjologicznych i patologicznych odruchy trzewno-ruchowe, (np. przy zadrażnieniu receptorów pęcherza i odbytnicy; zmiany napięcia mięśni w ostrych schorzeniach narządów jamy brzusznej).

Zagadnienie wpływów z interoceptorów na mięśnie szkieletowe, problem odruchów trzewno-ruchowych został opracowany doświadczalnie stosunkowo niedawno przez fizjologów radzieckich, (*Czernigowski, Merkułowa, Bułygin* i inni). Wpływy te wg klasyfikacji *Czernigowskiego* i *Merkułowej* można podzielić na uruchamiające, czyli właściwy odruch trzewno-ruchowy, polegający na skurczu lub zmianie napięcia mięśnia będącego dotychczas w spoczynku i na wpływy korygujące, wyrażające się w zmniejszeniu lub wzroście wysokości skurczu odruchowo drażnionego mięśnia.

Badanie te przeprowadzono zarówno w warunkach ostrych (*Merkułowa*) jak i chronicznych (*Bułygin*) doświadczeń. W tych ostatnich badano wpływy uruchamiające i otrzymywano je z większą regularnością niż w ostrym doświadczeniu. W przypadkach wpływów korygujących, w części doświadczeń stwierdzano działanie następcze, trwające dłużej niż działanie bodźców interoceptywnych. Niektórzy obserwowali przy drażnieniu interoceptorów długotrwałe zmiany chronaksji mięśniowej (*Nikitina*).

Opierając się na tych przesłankach postanowiliśmy sprawdzić, czy pobudzenie interoceptorów w czasie przerwy wypoczynkowej może wywrzeć wpływ na wielkość następującej pracy odruchowo drażnionego mięśnia.

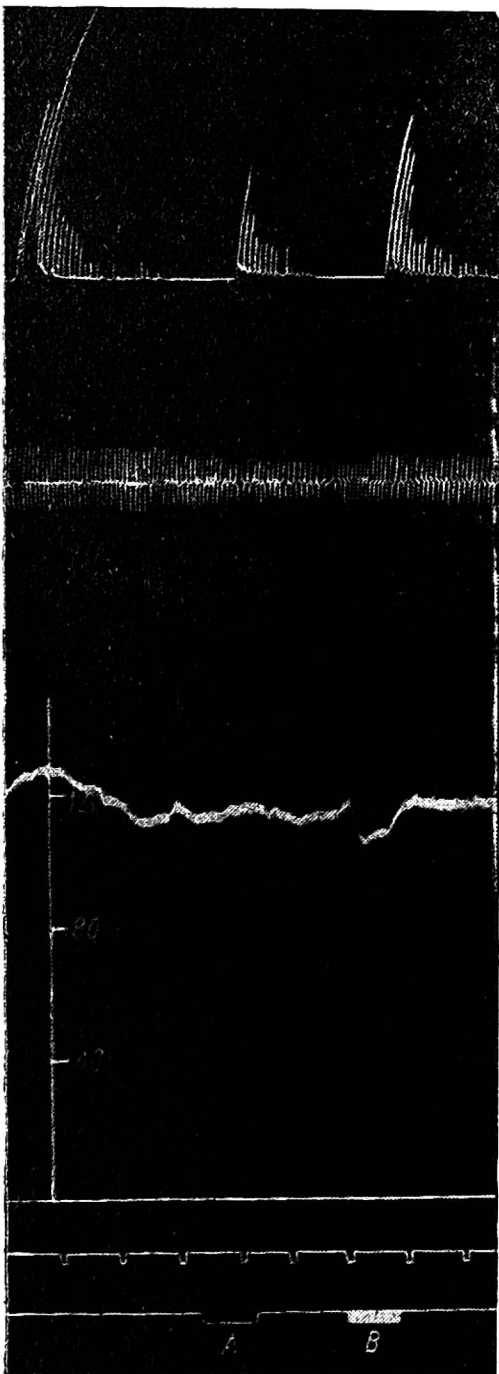
Nasuwały się tu pewne analogie z zjawiskiem wypoczynku czynnego, który uzyskiwano również w warunkach ostrego doświadczenia na żabach i kotach (*Czachnaszwili*).

METODYKA

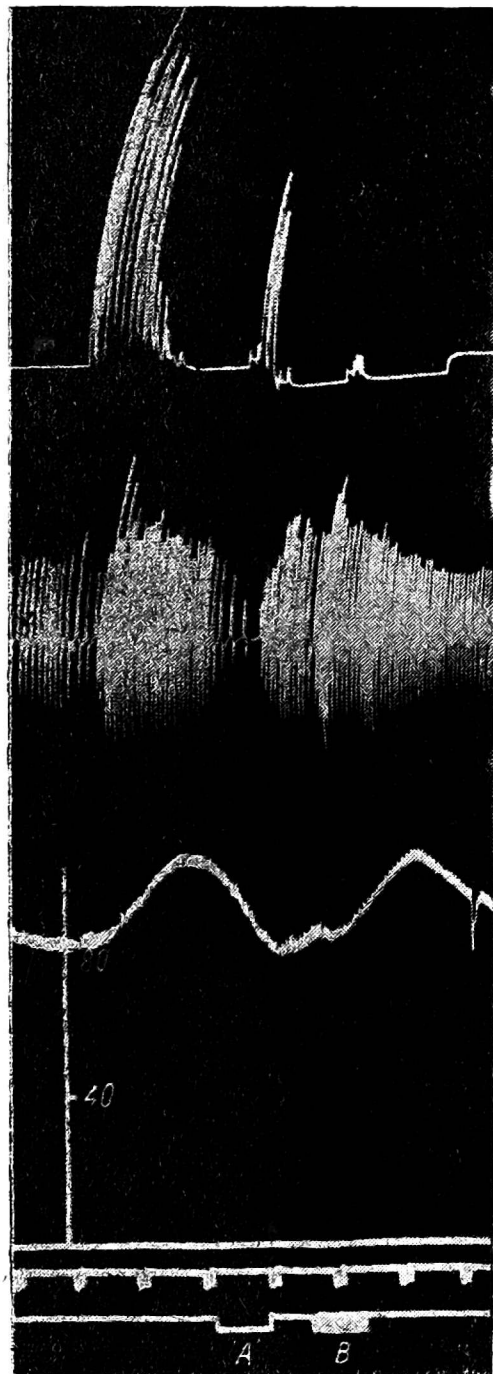
Doświadczenia wykonywane były na kotach, które usypiano początkowo eterem a następnie uretanem (w dawce 1 g/kg wagi zwierzęcia). Na taśmie kimografu rejestrowano ciśnienie tętnicze, oddech i reakcję ruchową mięśnia pierszelowego przedniego. Oddech i ciśnienie rejestrowano w sposób typowy; skurcze mięśnia za po-

mocą przenośni pneumatycznej i bębenka Marey'a. Odruchowe skurcze m. piszczelowego uzyskiwano przez drażnienie dośrodkowego odcinka nerwu strzałkowego powierzchownego. Stosowano bodźce z cewki indukcyjnej połączonej z 2V akumulatorem. Rytm drażnienia najczęściej 72/min. Siła stosowanych bodźców była nieznacznie większa od wartości progowych. Mięsień obciążano ciężarkiem 10 lub 20 g.

Po rozcięciu powłok brzusznych wprowadzano do żołądka gumowy balonik umożliwiający rozdymanie żołądka pod kontrolą manometru. W części doświadczeń stosowano bodźce chemiczne, nakładając bibułę nasyoną roztworami 2,5%, 5%, 10%



Ryc. 1



Ryc. 2

Ryc. 1. Od góry do dołu: Wykres pracy m. *tibialis anterior*, oddech ciśnienie tętnicze, linia zerowa ciśnienia, znacznik czasu co 10 sek., A-przerwa 10 sek., B-przerwa 10 sek., rozdęcie żołądka do 30 mm Hg

Ryc. 2. Oznaczenia, jak na ryc. 1. A-przerwa 10 sek., B-przerwa 10 sek., rozdęcie żołądka do 40 mm Hg.

kwasu solnego, 3% kw. octowego, 0,1% acetylocholiną na surowicówkę żołądka. Po zakończeniu preparowania czekali przeważnie 40—60 minut z rozpoczęciem doświadczenia, które przeprowadzano w sposób następujący: drażnieniem rytmicznym uzys-

kiwano krzywą zmęczenia mięśnia, po której następował 10 sek. odpoczynek i ponownie rejestrowano pracę mięśnia aż do zupełnego zmęczenia. W czasie następnej (drugiej) 10-sekundowej przerwy (w części doświadczeń długość obu przerw zawsze jednakowa, wahała się do 5—20 sek.) drażniono interoceptory żołądka mechanicznie (rozdymanie balonika do ciśnienia 30—100 mm Hg) lub chemicznie w sposób wyżej podany. Drażnienie interoceptorów przerywano na 2—3 sek przed końcem przerwy wypoczynkowej. Znowu zapisywano krzywą zmęczenia. Wielkość trzeciej pracy w stosunku do drugiej była miarą efektywności odruchowych wpływów z interoceptorów żołądka.

W szeregu doświadczeń naprzemiennie, kilkakrotnie stosowano okresy wypoczynku bez i z drażnieniem interoceptorów.

WYNIKI

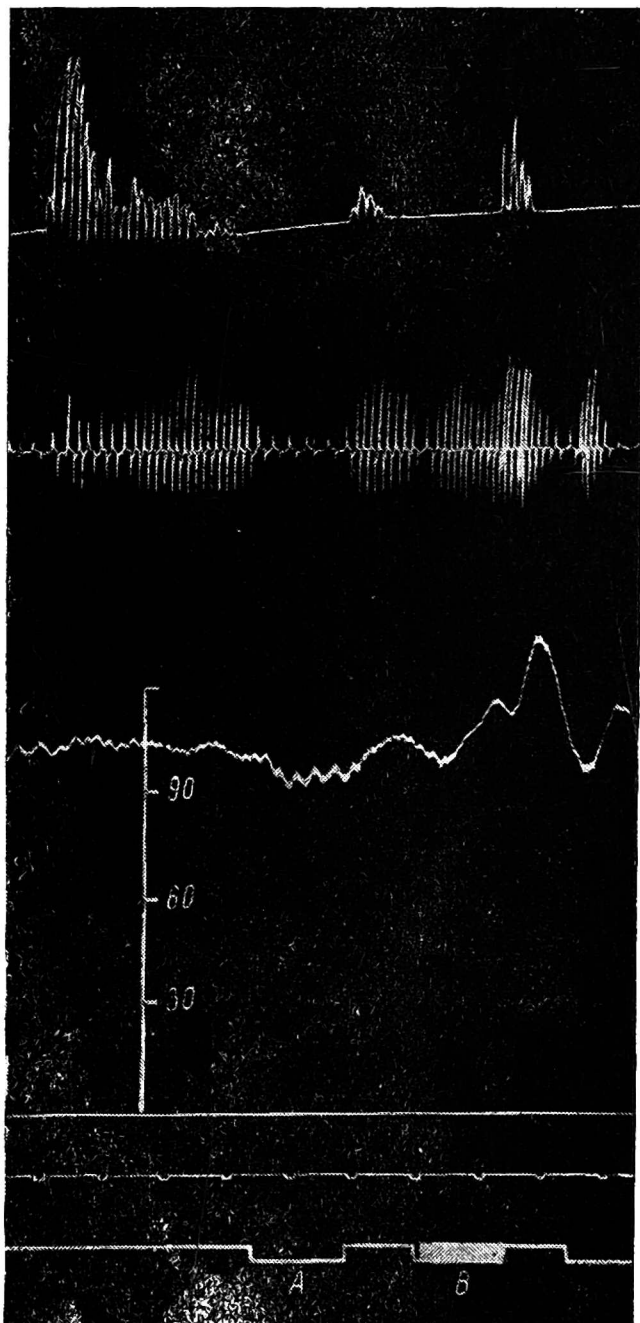
Przeprowadzono ogółem 91 obserwacji na 15 kotach. W 40% przypadków drażnienia interoceptorów w czasie wypoczynku wywarło wyraźny wpływ na wielkość następującej po nim pracy. Wpływ ten wyrażał się wzrostem wysokości i liczby skurczów mięśnia (ryc. 1).

Zaledwie w 3 przypadkach stwierdzono zmniejszenie wielkości krzywej lub zupełny brak skurczów po uprzednim drażnieniu interoceptorów (ryc. 2).

Wielkość dodatniego wpływu drażnienia interoceptorów na pracę mięśnia wahała się w szerokich granicach od kilkunastu do stu i więcej %.

Nie udało się uchwycić zależności występowania reakcji mięśniowych od siły drażnienia interoceptorów.

Pobudzaniu mechano- i chemoreceptorów żołądka w większości przypadków towarzyszyły odruchowe reakcje ze strony oddychania i ciśnienia. Obserwowano wzrost, spadek lub reakcje dwufazowe ciśnienia tętniczego (po początkowym spadku reakcja presyjna). Oddech ulegał przyśpieszeniu i pogłębieniu; zaledwie w kilku przypadkach stwierdzono jego zwolnienie. W przeprowadzonych doświadczeniach nie obserwowano, podobnie jak w pracach *Merkułowej* i *Czernigowskiego*, współzależności występowania reakcji w ciśnieniu i oddychaniu z reakcją mięśniową. W niektórych przypadkach, wyraźnej reakcji mięśnia nie towarzyszyły zmiany ciśnienia i oddychania. W przedstawionym układzie doświadczeń drażnienie inte-



Ryc. 3. Oznaczenia jak na ryc. 1. Uciśnięto tętnicę udową. A-przerwa 15 sek., B-przerwa 15 sek., bibuła zwilżona 5% HCl na surowicówce żołądka

roceptorów przeprowadzano w okresie wypoczynku mięśnia; w części przypadków obserwowano jego reakcję skurczową, tj. wpływ uruchamiający. Aby wykluczyć możliwość bezpośredniego wpływu zmian w ukrwieniu badanego mięśnia w odpowiedzi na bodźce interoceptywne (presyjne i depresyjne reakcje ciśnienia), w doświadczeniach kontrolnych zaciskano tętnicę udową badanej kończyny (ryc. 3).

Przekonano się, że i w tych warunkach uzyskuje się zmiany w wielkości wykonywanej pracy. Potwierdza to swoistość odruchowego mechanizmu obserwowanych reakcji niezależnych od ewentualnych zmian w ukrwieniu mięśnia.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

W interpretacji mechanizmów wpływów z interoceptorów na mięśnie istnieją dwa poglądy. Według *Bułygina* podłożem anatomicznym wpływów uruchamiających, czyli odruchu trzewno - ruchowego, są włókna somatyczne i współczulne, natomiast wpływów korygujących tylko te ostatnie. Udział włókien współczulnych w mechanizmie wpływów korygujących potwierdzają dane doświadczalne *Bułygina*, *Merkułowej* i *Winogradowej*. Ta ostatnia autorka uzyskiwała typowy efekt *Orbelli-Ginecińskiego* przy drażnieniu interoceptorów żołądka.

Czernigowski i *Merkułowa* zwracają uwagę, że rodzaj wpływu zależy od stanu czynnościowego motoneuronów rdzenia, do którego dopływają dodatkowe bodźce z interoceptorów. Poglądy te właściwie uzupełniają się wzajemnie. Niewątpliwie mechanizm odruchowy wpływów z interoceptorów jest związany z czynnością motoneuronów rdzenia, o czym świadczy chociażby fakt uzyskiwania przez *Merkułową* wpływów korygujących tylko przy odruchowo drażnionym mięśniu. Z drugiej strony dane *Bułygina* i wyżej cyt. autorów pozwalają przypuszczać, że odśrodkowe ogniwo łuku odruchowego w przypadku wpływów korygujących może przebiegać po drogach współczulnych. Omawiając wykonane doświadczenia nasuwają się dwie możliwości (nie wykluczające się zresztą wzajemnie) interpretacji uzyskanych wyników. Wpływ pobudzenia interoceptorów w czasie przerwy wypoczynkowej mógł odbić się na samym wypoczynku nasilając procesy odnowy. Byłby to mechanizm analogiczny do tzw. wypoczynku czynnego (*Seczenow* i inni, u nas *Missiuro*, *Kozłowski*) uzyskiwanego również w warunkach ostrych doświadczeń na zwierzętach (*Czachnaszwili*) przez dodatkowe pobudzanie proprioceptorów.

Można również sądzić, że zwiększenie wielkości pracy po przerwie wypełnionej drażnieniem interoceptorów jest przejawem wpływów korygujących, ale przesuniętych w czasie. Mielibyśmy wtedy do czynienia ze zmienionym stanem czynnościowym motoneuronów rdzenia pod wpływem uprzedniego pobudzenia interoceptorów, na który nakładałyby się bodźce z drażnionych włókien czuciowych. Nasuwa się przypuszczenie, że uzyskany wzrost pracy mięśniowej dokonuje się przy udziale włókien współczulnych. Wyjaśnienie kwestii mechanizmu i dróg przedstawionych wyników wymaga jeszcze dalszych badań.

W przeprowadzonych doświadczeniach napotymano na duże trudności w uzyskiwaniu odruchowych wpływów z interoceptorów na pracę mięśnia. Podobnie i inni autorzy pracujący w warunkach ostrych doświadczeń

nad tymi zagadnieniami podkreślają duże trudności i nieregularność w uzyskiwaniu wyników. *Bułygin*, który pracował w warunkach zarówno chronicznych, jak i ostrych doświadczeń, tłumaczy te trudności samą metodyką ostrego doświadczenia (narkoza, wstrząs operacyjny).

Е. Милер, Л. Радван

WLIANIA RAZDRAŻENIA INTEROCEPTORÓW NA FUNKCJONALNE STANIE SKIELETNEJ MIĘSZY POŚLE RABOTY

Содержание

В условиях острых экспериментов, проделанных на кошках, найдено, что раздражение интероцепторов (механо- и хеморецепторов) во время перерыва для отдыха — влияет в 40% опытов на объем последующей за отдыхом работы мышцы, рефлекторно раздражаемой. Это влияние выразилось ростом (в большинстве случаев) или падением объема выполняемой работы.

J. Miler, L. Radwan

EFFECT OF THE IRRITATION OF INTEROCEPTORS ON THE FUNCTIONAL STATE OF THE SKELETAL MUSCLE AFTER THE WORK

Summary

In the conditions of acute experiments conducted on cats it was ascertained, that the irritation of interoceptors (mechano- and chemoreceptors) during the rest interval influences in 40% of the experiments the amount of the subsequent work of the muscle irritated in the reflex way. This influence was manifested by the increase (in the majority of cases) or decrease of the amount of work performed.

PISMIENNICTWO

1. *Bułygin I. A.*: Woprosy Fizjologii Interocepccji, 1952, I, 91. — 2. *Czernigowski W. N.*: Fizjol. Zurn. SSSR, 1947, 5. — 3. *Czernigowski W. N.*: Uspechy sowrem. Biol., 1947, 2. — 4. *Czernigowski W. N., Merkulowa O. S.*: Izw. Akad. Nauk. Ser. Biol., 1948, 4. — 5. *Czachnaszwili*: cyt. wg *Narkaszwili* — Teoria i praktyka fizycznej kultury, 1953, XVI, 7, 421. — 6. *Kozłowski S.*: Acta Physiol. Polon., 1952, 3, 85. — 7. *Kozłowski S.*: Acta Physiol. Polon., 1952, Supl. 84. — 8. *Merkulowa O. S.*: Fizjol. Zurn. SSSR, 1950, 4, 470. — 9. *Merkulowa O. S.*: Fizjol. Zurn. SSSR, 1950, 5, 536. — 10. *Merkulowa O. S.*: Woprosy Fizjologii Interocepccji, 1952, I, 323—396. — 11. *Missiuro Wł.*: Przegl. fizjol. ruchu, 1936—37, 1/2, 149. — 12. *Nikitina*: cyt. wg *Merkulowej* — Fizjol. Zurn. SSSR, 1950, 5, 536. — 13. *Winogradowa M. I.*: Biul. eksper. biologii i medycyny, 1950, XXIX, 5, 329. — 14. *Seczenow I. M.*: Fizjologija nerwnoj sistemy, 1952, wyp. III, 155.