

TADEUSZ GREGA

Właściwości mięśni gładkich strzyków krów

Z Zakładu Fizjologii Zwierząt Instytutu Zootechniki w Krakowie

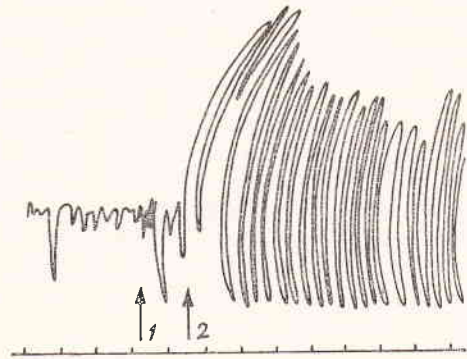
Strzyki krowie obok wymienia stanowią jeden z narządów, dzięki któremu można użytkować bydło w kierunku mlecznym. Struktura anatomiczna i histologiczna strzyków krów została dokładnie poznana już na początku naszego stulecia, o czym świadczą badania podjęte przez Ellenbergera i Bauma (2). Badacze ci podają, że w skład ściany strzyka wchodzi, oprócz nabłonka i tkanki łącznej, również warstwa mięśni gładkich, biegnące w trzech różnych kierunkach, tworząc pasma podłużne, poprzeczne i skośne.

Szczególnie dużo miejsca w ostatnich latach poświęcono fizjologii tychże mięśni strzyka a w szczególności ich reakcji na działanie różnych hormonów oraz obecności alfa i beta receptorów w warstwie mięśniowej tego narządu. Dotyczy to głównie badań nad kurczliwością mięśniówki gładkiej i biegnącej podłużnie do osi długiej strzyka, przy czym w badaniach tych stosowane są różne metody fizjologiczne, które w miarę upływu czasu były coraz bardziej precyzyjne (pletzmozograf, bębenek Mareya, fizjograf). Badania przeprowadzane były zarówno „*in vitro*” jak i „*in vivo*”.

Peeters i wsp. (5) badali zmiany w objętości strzyka wywołane skurczami mięśniówki podłużnej u krów będących w laktacji przy pomocy techniki pletzmozograficznej i bębena Mareya; wykazali oni obecność rytmicznych skurczów strzyków w kilka godzin po ostatnim doju. Ta spontaniczna kurczliwość jest wynikiem szybkich skurczów mięśniówki podłużnej ściany strzyka, w wyniku czego na jego ścianie tworzą się poprzeczne fałdy skóry na skutek skracania się jego długości. Po aktywnym skurczu następuje pasywny rozkurcz ściany strzyka, w wyniku czego powraca on do poprzedniej długości a tym samym i rzeczywistej objętości. Rytmika skurczów jest bardzo duża, przy czym odnosi się to zarówno do poszczególnych zwierząt, jak i różnych strzyków u tej samej krowy. Średnią częstotliwość skurczów wymienił autorzy oceniali na 0—20 w przeliczeniu na okres 5 minut, przy czym wartość ta ma tendencję wzrastać u zwierząt młodych.

Na podstawie tego faktu oraz przeglądu literatury, która uwzględnia badania nad kurczliwością strzyków „*in vitro*” i „*in vivo*” można stwierdzić, że jej występowanie jest ściśle związane z procesem oddawania mleka przez krowę (5). Przekonano się o tym, gdy krowy wykazujące rytmiczne skurcze strzyków poddano procesowi doju. W momencie ukazania się pierwszych kropli mleka nastąpił gwałtowny wzrost obję-

tości strzyków, któremu towarzyszyło zwiększenie poziomu i częstotliwości skurczów (ryc. 1). Tego rodzaju efektywna aktywacja kurczliwości strzyków trwała kilka minut, a następnie stopniowo obniżała się w miarę upływu czasu i spadku ciśnienia wewnątrz zatoki wymienia oraz strzyka.



Ryc. 1. Wpływ doju na kurczliwość mięśni strzyka wg Peetersa (8). 1 — początek doju, 2 — ukazanie się pierwszych kropli mleka

Odpowiednie napięcie ścian strzyka przez panujące w nim ciśnienie jest podstawowym warunkiem zapisu skurczów, albowiem gdy tkanka wymienia jest wiotka (po doju) a ściana strzyków mało napięta, to zjawisko nie daje się zauważyć. Efekt kurczenia się strzyków przez okres kilku godzin można wywołać przez napełnienie wymienia powietrzem do uzyskania pożądanego ciśnienia. Fakt ścisłego powiązania między ciśnieniem wewnątrzzatokowym a kurczliwością strzyków tłumaczy zjawisko stymulacji rytmicznych skurczów tego narządu w miarę upływu czasu po ostatnim doju lub pod wpływem małych dawek oksytocyny. Aktywna stymulacja ruchliwości mięśni strzyka przez ten hormon przebiega jedynie na drodze pośredniej, albowiem fizjologiczne dawki oksytocyny nie wywołały żadnej reakcji w badaniach „*in vitro*” (3). Peeters (8) porównuje działanie mięśni gładkich strzyka do zachowania się ich w pęcherzu moczowym bądź jelicie, gdzie mechanizm rozciągania sieci mięśniowo-elastycznej powoduje aktywne skurcze.

Sambras (10) obserwował rytmiczne skurcze u dużej ilości krów, przy czym zjawisko to występowało jedynie w przypadku, gdy krowy znajdowały się w pozycji leżącej, wyjątkowo tylko u krów, które stały. Liczba krów, u których zaobserwowano kurczliwość, rosła w miarę

upływu czasu po ostatnim doju, przy czym po upływie 9 godzin od tego momentu zjawisko to wystąpiło u wszystkich zwierząt. Skurcze brały swój początek w części dystalnej strzyka i stawały się coraz bardziej widoczne w miarę przesuwania się ich w kierunku proksymalnym (bliższym osi ciała).

Obserwacje te są zgodne z wynikami uzyskanymi przez Bilka i Janowskiego (1). Badacze ci wstrzykiwali płyn kontrastujący do zatoki strzyka krów będących w laktacji i obserwowali zmiany kształtu zatoki przy użyciu promieni Roentgena. Rytmiczne skurcze strzyka powodowały zmiany w kształcie jego zatoki, przy czym większą kurczliwością charakteryzowała się centralna jej część w stosunku do części dystalnej. Wyrażało się to zmianą uzyskanego obrazu rentgenowskiego zatoki strzyka, która początkowo będąc w kształcie cylindra (rozkurcz), pod wpływem skurczu przebiegała kształt klepsydry.

Oceniano, że każdy ze skurczów trwał 7—15 sekund z częstotliwością 1—2 skurczów/minutę. Skurcze brały początek w części dystalnej i przesuwały się w kierunku dogłównym, o czym świadczy fakt, że płyn kontrastujący był wyciskany z dolnej części zatoki strzyka do jej szczytu, a po kilku skurczach znajdowano go w dużych przewodach mlekowych.

Wydaje się zatem, że podstawowym warunkiem wystąpienia skurczów strzyka jest napełnienie ich mlekiem w warunkach fizjologicznych, względnie powietrzem w sposób sztuczny. Należy jednak pamiętać, że fakt napełnienia strzyków ma tylko znaczenie pośrednie, pozostaje zatem pytanie co powoduje skurcze mięśni gładkich ściany strzyka, co jak zaznaczono na wstępie ma duże znaczenie dla procesu oddawania mleka przez krowę.

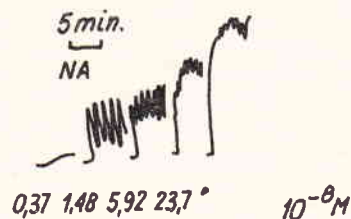
Wnikliwa analiza szeregu doświadczeń przeprowadzonych „*in vitro*” i „*in vivo*” pozwala przypuszczać, że proces kurczliwości strzyka zależy od wzajemnego działania układów adrenergicznego i cholinergicznego, których mediatorami są adrenalina (noradrenalina) i acetylocholina oraz wzajemnego stosunku alfa i beta receptorów rozmieszczonych w warstwie mięśniowej ściany strzyka.

Mannunta i wsp. (3) obserwowali izotoniczne skurcze skrawków mięśni gładkich zanurzonych w roztworze Tyrode'a w temperaturze 38°C. Podają oni, że skrawek ten wykazywał aktywną kurczliwość, która była stymulowana przez dodatek acetylocholiny.

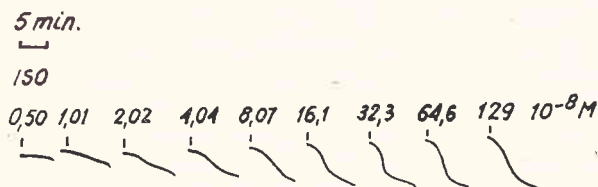
Lata 70-te przyniosły szereg badań nad kurczliwością mięśni gładkich i obecnością w nich alfa i beta receptorów. Błona komórkowa narządów, w tym również i mięśni, wyposażona jest w dwa rodzaje receptorów adrenergicznych: alfa i beta. Receptory alfa są najbardziej wrażliwe na adrenalinę, zaś na receptory beta oddziałuje głównie noradrenalina zarówno z zakoń-

czeń komórek zazwojowych, jak i krążąca w krwi.

Peeters i wsp. (6, 9) przeprowadzili szereg eksperymentów „*in vitro*”, mających na celu wykazanie przy użyciu bębna Mareya wpływu katecholamin na kurczliwość skrawków mięśni zanurzonych w płynie Tyrode'a w temperaturze 37°C. Głównym celem eksperymentu było wykazanie obecności alfa i beta receptorów w badanym materiale oraz zbadanie wpływu takich hormonów jak adrenalina, noradrenalina, izoprenalina na kurczliwość tkanki mięśniowej z ściany strzyka. Wyniki uzyskane w tych badaniach wykazały, że aktywowanie alfa receptorów przez noradrenalinę wywołuje skurcz w przeciwieństwie do działania izoprenaliny, która działając na beta receptory wywołuje rozkurcz (ryc. 2 i 3). Efektem działania adrenaliny, która aktywuje zarówno alfa i beta receptory jest różnym razem efekt podwójny, charakteryzujący się występowaniem zarówno skurczu, jak i rozkurczu.

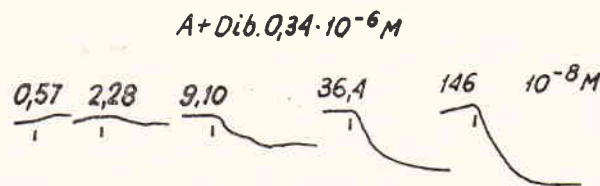


Ryc. 2. Skurcz wywołany różnymi dawkami noradrenaliny (NA) wg Peetersa i wsp. (9)



Ryc. 3. Rozkurcz wywołany różnymi dawkami izoprenaliny (ISO) wg Peetersa i wsp. (9)

Ten różnorodny efekt działania adrenaliny zależy od wzajemnego stosunku alfa i beta receptorów obecnych w mięśniach strzyka. Przy obecności alfa receptorów blokowanych przy pomocy dibenaminy adrenalina zawsze wywołuje efekt rozkurczu (ryc. 4). Jeżeli zaś zastosowano pro-



Ryc. 4. Rozkurcz wywołany działaniem adrenaliny w obecności dibenaminy wg Peetersa i wsp. (9)

pranolol blokujący beta receptory, to działanie adrenaliny dawało efekt skurczu (ryc. 5).

Badania nad wpływem katecholamin na ruchliwość mięśni gładkich strzyka przeprowadzono również w badaniach „in vivo” (7). Badacze podawali krowom katecholaminy a mianowicie adrenalinę, izopropylnoradrenalinę*) i badali ich efekt przy użyciu techniki pletyzmograficznej. Adrenalina i izopropylnoradrenalina powodowały silne zahamowanie rytmiki mięśni strzyka przy jednoczesnym osłabieniu napięcia mięśni (tonusa) oraz częstotliwości skurczów (ryc. 6). Przeciwnie działała noradrenalina, której dodatek w ilości 1,6 mg powodował wzrost napięcia mięśni (tonusa) oraz tym samym wzrost częstotliwości skurczów (ryc. 7). Podobnie zaś fenylefryna**) - amina o działaniu sympatykomimetycznym, działająca wybiórczo na alfa receptory umieszczone w mięśniach strzyka wywołuje zwiększenie napięcia mięśniowego oraz częstotliwości jego skurczów. Efekt działania fenylefryny ocenia się na 15 minut. Podawanie natomiast izoxupriny***) jako czynnika sympatyko- i adrenolitycznego oddziałującego na beta receptory powoduje hamowanie rytmicznych skurczów mięśni strzyka na okres kilku godzin (ryc. 8 i 9).

Powstaje pytanie: jaka jest fizjologiczna rola rytmicznych skurczów strzyka? Wiadomo, że skurcze strzyka występują, gdy zatoka strzyka jest napełniona mlekiem pod ciśnieniem, co w pewnych przypadkach powoduje ryzyko jego wyciekania przez kanał strzykowy. Rytmiczne skurcze mięśni strzyka zdają się być przydatne w zapobieganiu tego rodzaju stratom, o czym można wnioskować na podstawie badań Sambrausa (10). Badacz ten zauważył, że u krów będących w pozycji leżącej mleko było usuwane ze strzyków na zewnątrz w momencie ich rozkurczu, zaś w przypadku skurczu zjawisko to nie występowało.

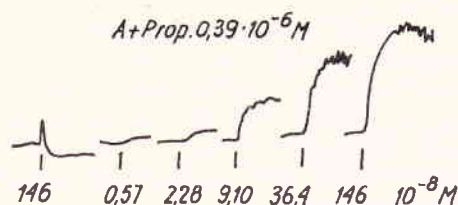
Na podstawie badań Mannunty i wsp. (3) można powiedzieć, że mięśnie ze ściany strzyka zachowują się podobnie jak i mięśniówka kanału strzykowego. Badacze ci uważają, że u żywego zwierzęcia kurczliwość ścian strzyka jest wspomagana kurczliwością jego zwieracza, co w sumie zapobiega niepotrzebnym stratom mleka.

W opinii Peetersa (8) rytmiczne skurcze mięśni strzyka mogą stanowić o zwrotnej cyrkulacji krwi i limfy z obszaru strzyka na obwód ciała. Ten sam badacz porównuje działanie mięśni gładkich strzyka do zachowania się ich w pęcherzu moczowym bądź jelicie, gdzie mechanizm rozciągania sieci mięśniowo-elastycznej powoduje aktywne skurcze. Zjawisko to tłumaczy fakt, dlaczego rytmiczne skurcze strzyka występują w izolowanym gruczole mlekowym podda-

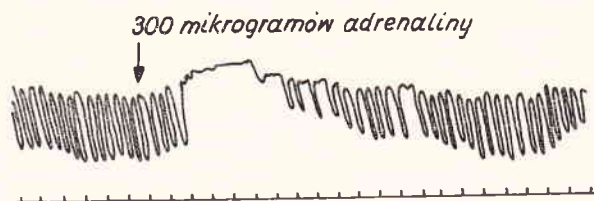
* Izopropylnoradrenalina — amina o właściwościach sympatykomimetycznych, działająca na beta receptory adrenergiczne.

** Fenylefryna — amina sympatykomimetyczna o słabszym, ale dłuższym działaniu od noradrenaliny.

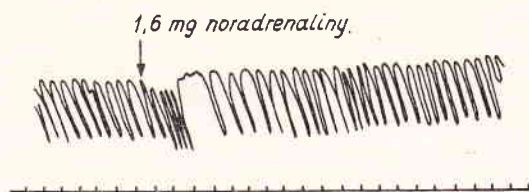
*** Izoxuprina — środek sympatyko- i adrenolityczny. Rozszerza naczynia krwionośne, hamuje skurcze macicy.



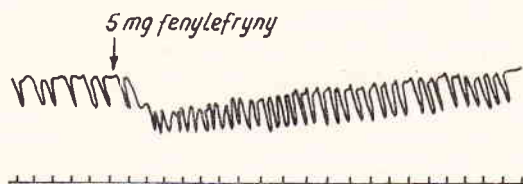
Ryc. 5. Skurcz wywołany działaniem adrenaliny w obecności propranololu wg Peetersa i wsp. (9)



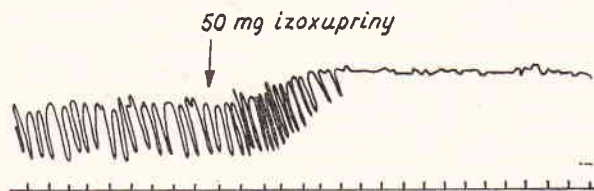
Ryc. 6. Wpływ adrenaliny na kurczliwość mięśni strzyka wg Peetersa (8)



Ryc. 7. Wpływ noradrenaliny na kurczliwość mięśni strzyka wg Peetersa (8)



Ryc. 8. Wpływ fenylefryny na kurczliwość mięśni strzyka wg Peetersa (8)



Ryc. 9. Wpływ izoxupriny na kurczliwość mięśni strzyka wg Peetersa (8)

nym perfuzji pod warunkiem, że zatoki są napełnione powietrzem.

Według Pauersteina i Zandera (4) różnorakie działanie hormonów może być spowodowane zmianą w dominacji między receptorami alfa i beta w mięśniach strzyka. Fakt ten z kolei sugerowałby, że pewną rolę w tym zakresie odgrywają hormony jajnika, jak ma to miejsce np. w macicy kota, gdzie pod wpływem hormonów jajnika, głównie progesteronu, następuje zmiana w dominacji receptorów beta na korzyść receptorów alfa.

Rozważając rolę rytmicznych skurczów strzyka wywołaną działaniem mięśni gładkich rozmieszczonych w ścianie strzyka należy zaznaczyć, że mogą one stanowić również o zdrowotności wymienia, a w szczególności zapadalności na zapalenie gruczołu mlekowego. Rytmicznemu przepompowywaniu mleka od zwieracza w kierunku zatoki może towarzyszyć wędrowka baterii, które dostając się do wnętrza wymienia mogą powodować zmiany chorobowe (1).

Należy zatem stwierdzić, że zjawisko występowania skurczów mięśni gładkich strzyka jest zależne od wzajemnego stosunku zawartych w nim alfa i beta receptorów (dominacja) oraz zakończeń nerwowych układów adrenergicznego i cholinergicznego. Proces ten stanowi prawdopodobnie ważne ogniwo w odruchu oddawania mleka przez krowę oraz zapobiega stratom mleka w przerwach między dojami. Jego wyjaśnienie i poznanie czynników, które go warunkują pozwoli również rzucić światło na problem zdrowotności wymienia krowy.

Piśmiennictwo

1. Bilek J., Janovský M.: Nature, Lond. 177, 582, 1956.
2. Ellenberger W., Baum H.: Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere. Hirschwald, 1908.
3. Mannunta G., Albergoni V., Pranzetti P.: Archo vet. ital. 13, 515, 1962.
4. Pauerstein C., Zauder H.: Obstet. gynec. Sur. 25, 617, 1973.
5. Peeters G., Massart L., Oyaert W., Coussens R.: Archsint. Pharmacodyn. Théor. 75, 243, 1948.

CORIA M. F., Mc CLURKIN A. W.: Czas utrzymywania się przeciwciał dla wirusa biegunki przekazywanej za pośrednictwem siary i czynnej odporności u cieląt. (Duration of active and colostrum-derived passive antibodies to bovine viral diarrhoea virus in calves). Can. J. comp. Med. 42, 239—243, 1978 (2).

Czas utrzymywania się odporności siarowej i odporności czynnej dla wirusa biegunki cieląt, prześledzono na 14 cielętach. Swoiste dla wirusa przeciwciała wykrywano wg metody Rossi i Kiesel. Badania wykazały, że miano swoistych przeciwciał dla wirusa biegunki wynosiło u krow 1:1024—1:16 386, w siarce 1:2048—1:524 288. W surowicy cieląt przed pobraniem siary miano swoistych przeciwciał dla tego wirusa wynosiło poniżej 1:4, natomiast po dwóch tygodniach po podaniu siary 1:512—1:8192. Spadek miana przeciwciał występował u cieląt w wieku 4—6 miesięcy. Wydaje się, że wysokie miano przeciwciał począwszy od 5 miesiąca życia cieląt było następstwem zakażenia utajonego.

G.

GREEN R. A., SELBY L. A., ZUMWALD R. W.: Doświadczalne zatrucie psów ołowiem. Porównanie poziomu ołowiu we krwi oraz kwasu delta aminolewu-

6. Peeters G., De Bruycker R., Quintelier W., De Paepe M.: Acta endocr. Kopenh. Suppl. 177, 50, 1973.
7. Peeters G., De Bruycker R.: J. Dairy Res. 42, 11, 1975.
8. Peeters G.: Vet. Ann. 14, 34, 1976.
9. Peeters G., Petre P., Quintelier W.: Arch. Pharm. 296, 111, 1977.
10. Sambraus H.: Zentbl. VetMed. 18, 335, 1971.

Adres autora: mgr inż. Tadeusz Grega, ul. Miodowa 23/6, 31-055 Kraków.

Грега Т. — Свойства гладких мышц сосков коров.

Описан феномен появления спазмов гладких мышц сосков коров, зависящий главным образом от соотношения содержащихся в них альфа- и бета-рецепторов, а также нервных окончаний адренергической и холинэргической систем. На основании сбора литературы можно констатировать, что активация альфа-рецепторов норадреналином или ацетилхолином вызывает спазм в противоположность действию изопrenalина, который воздвигает на бета-рецепторы, вызывает диastолу. Эффект действия адреналина, активирующего как альфа- так и бета-рецепторы, разнообразен и вызывает один раз спазм, другой раз диastолу, а иногда и двойной эффект. Действие адреналина при одновременной блокировке альфа-рецепторов (дибеннамином) вызывает эффект диastолы, при применении же пропранолола (бета-блокера) адреналин вызывает спазм. Явление спазмов гладких мышц соска играет важную роль в рефлексе молокоотдачи, а также в сохранении здоровья вымени.

Grega T. — Properties of bovine teat smooth muscles.

In this paper the author described the occurrence of contractions of the smooth muscles of bovine teat, which depended from alpha and beta receptors ratio and also adrenergic and cholinergic nervous system terminals. From the data of literature one can conclude that the activation of alpha receptors by noradrenaline or acetylcholine induced contractions of muscles in contrary to isoprenaline which acting on beta receptors induced relaxation.

The effect of adrenaline which acts both on alpha and beta receptors is variable: it induced contraction or relaxation or binhasic responses. Relaxation appeared after simultaneous action of adrenaline and dibenamine (alpha blocker), and after the application of propranolol (beta blocker) adrenaline induced contraction. Contractions of the bovine teat smooth muscles are important in milking reflexe and healthy status of the udder.

linowego w moczu no zatruciu i leczeniu preparatami chelatującymi. (Experimental lead intoxication in dogs: A comparison of blood lead and urinary delta-aminolevulinic acid following intoxication and chelation therapy). Can. J. comp. Med. 42, 205—213, 1978 (2).

U psów po dożylniej iniekcji octanu ołowiu (6 mg/kg) wykonanej dwukrotnie w odstępie 3 dni wystąpił zespół ostrego zatrucia ołowiem cechujący się depresją, wymiotami, utratą wagi ciała. W leczeniu stosowano CaEDTA, d-penicylaminę względnie obydwaj preparaty w następujących dawkach: CaEDTA (12,5 mg/funt), 4 razy dziennie 4,5 i 6 dnia po zatruciu, d-penicylaminę 12,5 mg/funt, doustnie 4 razy dziennie 4,5 i 6 dnia. U psów leczonych poziom ołowiu we krwi 7 i 10 dnia był statystycznie znacznie niższy w porównaniu do poziomu u psów z grupy kontrolnej. Natomiast poziom kwasu delta aminolewulinowego w moczu 7 dnia był statystycznie wyższy u psów leczonych. Istotna statystycznie korelacja między poziomem ołowiu w moczu i kwasu alfa aminolewulinowego występowała 4, 7, 10 i 14 dnia.

G.