

Katedra i Zakład Radiologii. Wydział Lekarski. Akademia Medyczna w Lublinie
Kierownik: doc. dr med. Stanisław Bryc

Mieczysław WAŻNY

**Czynność zwieracza Oddiego w obrazie rentgenokinematograficznym.
Badania doświadczalne na psach**

Рентгенокинематографическая картина функции сфинктера Одди

A Cinefluorographic Evaluation of Oddi's Sphincter in Experiments with Dogs

Kinematografia radiologiczna umożliwia pogłębienie dotychczasowej wiedzy o czynności wielu narządów, których funkcja łączy się z wykonywaniem częstych i szybko przebiegających ruchów. Celem naszej pracy doświadczalnej na psach była ocena rentgenokinematograficzna zachowania się zwieracza Oddiego podczas wprowadzania do dróg żółciowych środka cieniującego. Badano rytm oraz mechanizm skurczu i rozkurczu zwieracza Oddiego. Wyniki badań przeprowadzanych na zwierzętach z wielu względów muszą być krytycznie odnoszone do fizjopatologii człowieka. Niemniej są one często cenne, bowiem drogą doświadczeń można wykazać niektóre zjawiska dotychczas mało poznane lub zupełnie nowe. W wyborze psa jako zwierzęcia doświadczalnego kierowano się tym, że dotychczas wiele badań z dziedziny fizjopatologii dróg żółciowych było wykonywanych na nich. W piśmiennictwie wyczerpująco opisano zarówno budowę zwieracza Oddiego, jak i odrębności anatomiczne w porównaniu z człowiekiem (4, 5).

Końcowy odcinek przewodu żółciowego wspólnego u psa przebiega w tylnej lub niekiedy przyśrodkowej ścianie dwunastnicy i uchodzi do jej światła w obrębie niewielkiego uwypuklenia śluzówki zwanej brodawką dużą. Brodawka znajduje się w części zstępującej dwunastnicy, zwykle na jej tylnej lub przyśrodkowej ścianie. W odróżnieniu od stosunków anatomicznych u człowieka przewód żółciowy wspólny nie łączy się z przewodem trzustkowym, który w przebiegu śródściennym znajduje się w oddzielnym oknie mięśniówki dwunastnicy i uchodzi na szczycie brodawki małej w odległości kilku mm od ujścia przewodu żółciowego wspólnego. W odcinku śródściennym, a także w części brodawkowej, przewód żółciowy wspólny jest otoczony dobrze rozwiniętym układem mięśniowym należącym do zwieracza Oddiego (ryc. 1). U psa, podobnie jak i u człowieka, zwieracz Oddiego tworzą dwa pokłady mięśni. W warstwie wewnętrznej zwanej mięśniem właściwym zwieracza (*m. proprius*) można anatomicznie wyróżnić część śródścienną zwaną zwieraczem przewodu żółciowego wspólnego (*sphincter ductus choledochus*) i część brodawkową zwaną zwieraczem bańki (*sphincter ampullae*). Warstwa mięśniowa zewnętrzna (*tunica*

muscularis) pochodzi z mięśniówki dwunastnicy, która w kształcie lejka otacza tylko część śródścienną przewodu żółciowego wspólnego, nie obejmując części brodawkowej.

MATERIAŁ I METODYKA BADAŃ

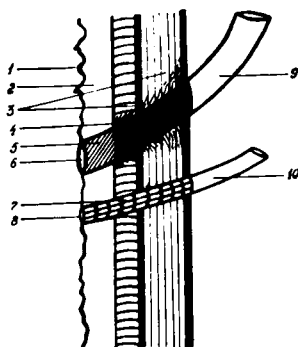
Badania przeprowadzono na 10 młodych psach rasy mieszanej, którym wytworzono zewnętrzną przetokę żółciową, umieszczając na stałe gumowy cewnik w przewodzie żółciowym wspólnym. Cewnik służył do wprowadzania środka cieniującego podczas wykonywanych następnie badań rentgenokinematograficznych. Badania wykonywano po upływie co najmniej dwóch tygodni od wytworzenia przetoki. Wówczas drogi żółciowe wracały do względnej normy, a zwierzęta zostały przyzwyczajone do spokojnego leżenia na stole rentgenowskim. Badania polegały na wykonaniu filmów rentgenokinematograficznych okolicy zwieracza Oddiego w czasie wprowadzania środka cieniującego do dróg żółciowych. Środek cieniujący wprowadzano pod stałym ciśnieniem kontrolowanym manometrycznie. Ciśnienie określano metodą Mallet-Guy posługując się manometrem wodnym. W celu uzyskania przepływu środka cieniującego podwyższano ciśnienie w przewodzie żółciowym wspólnym o 50 mm słupa wody w stosunku do ciśnienia wyjściowego w chwili rozpoczęcia badania. Do badań używano „Endocystobil” 50%. W badaniu rentgenokinematograficznym posługiwano się 5 calowym wzmacniaczem elektronowym firmy Philips oraz kamerą filmową marki Arriflex, połączonych z aparatem rtg firmy Siemens-Tridoros. Zdjęcia rentgenokinematograficzne wykonywano na filmach negatywnych o szerokości taśmy 16 mm, z częstotliwością 24 klatek/sek. Na pojedyncze badanie przeznaczano 30 m taśmy filmowej. Prawidłowe zaczernienie taśmy uzyskiwano przy napięciu prądu 50—70 kV i natężeniu 1,5—3 mA. Analizę filmów rentgenokinematograficznych przeprowadzano na stoliku montażowo-projekcyjnym „Meopta”, który posiada mały ekran do projekcji filmów i jest wyposażony w urządzenie do ręcznej zmiany szybkości oraz licznik określający czas przesuwu dowolnego odcinka taśmy. Umożliwia to dokładną obserwację poszczególnych klatek taśmy filmowej i ocenę nawet bardzo krótkotrwałych skurczów.

WYNIKI BADAŃ

W pomiarach poprzedzających wprowadzenie środka cieniującego ciśnienie w przewodzie żółciowym wspólnym było różne u poszczególnych psów i wahało się w granicach od 102—148 mm słupa wody wynosząc średnio 119 mm. Zgodnie z założeniami pracy środek cieniujący u każdego z psów wprowadzano pod stałym ciśnieniem wyższym o 50 mm słupa wody od początkowego ciśnienia w drogach żółciowych. Ciśnienie przepływu wynosiło zatem od 152—198 mm H₂O, średnio 169 mm. W tych warunkach następował przepływ środka cieniującego przez zwieracz Oddiego do dwunastnicy w ilości około 5 mm/min.

Analiza filmów rentgenokinematograficznych wykazała, że przepływ środka cieniującego nie odbywał się ciągłym strumieniem przez rozwartą zwieracz Oddiego, lecz występowały liczne skurcze zwieracza całkowicie zamykające jego światło na krótki okres czasu. Przepływ następował drobnymi porcjami, których wielkość i liczba były regulowane na prze-

mian występującymi skurczami i rozkurczami zwieracza Oddiego. Poszczególne okresy skurczowo-rozkurczowe nie miały stałego rytmu pomimo stosowania zawsze jednakowego ciśnienia przepływu. W każdym z filmów występowały skurcze i rozkurcze o różnym czasie trwania, z tym że większość z nich była zbliżona do przeciętnych wartości dla



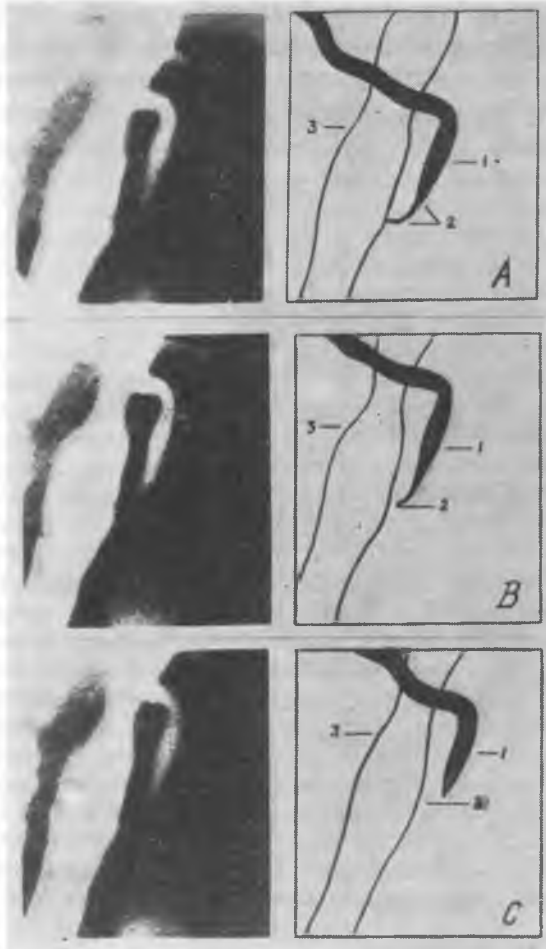
Ryc. 1. Schemat budowy anatomicznej zwieracza Oddiego u psa. Modyfikacja wg Eichhorna i Boydena; 1 — śluzówka dwunastnicy, 2 — warstwa podśluzowa, 3 — warstwa mięśni okrężnych i podłużnych dwunastnicy, 4 — część śródścienna zwieracza Oddiego, 5 — część brodawkowa zwieracza Oddiego, 6 — ujście dwunastnicze przewodu żółciowego wspólnego, 7 — zwieracz trzustkowy, 8 — ujście przewodu trzustkowego, 9 — przewód żółciowy wspólny, 10 — przewód trzustkowy

Schematic presentation of Oddi's sphincter anatomy in the dog. Modification according to Eichhorn and Boyden; 1 — Duodenal mucosa, 2 — Submucosa, 3 — Circular and longitudinal muscle layers of the duodenum, 4 — Intramural part of Oddi's sphincter, 5 — Papillar part of Oddi's sphincter, 6 — Opening of the common bile duct, 7 — Pancreatic sphincter, 8 — Opening of the pancreatic duct, 9 — Common bile duct, 10 — Pancreatic duct

danego psa. Średni czas trwania pojedynczego skurczu obliczony dla całej grupy badań wyniósł 2,5 sek. i był około dwa razy krótszy od średniego czasu trwania pojedynczego rozkurczu wynoszącego 5,5 sek.

Filmy rentgenokinematograficzne wykonywane z dużą częstotliwością wynoszącą 24 obrazy na sek. umożliwiły prześledzenie sposobów, w jaki odbywa się skurcz i rozkurcz zwieracza Oddiego. Zaobserwowano 5 mechanizmów skurczu różniących się przebiegiem ruchu zwierania. Określono je następująco: 1) skurcz odbrodawkowy całkowity, 2) skurcz odbrodawkowy częściowy, 3) skurcz dobrodawkowy całkowity, 4) skurcz dobrodawkowy częściowy, 5) skurcz okrężny jednoczesny.

Ad 1. Skurcz odbrodawkowy całkowity rozpoczynał się w części brodawkowej, a następnie obejmował część śródścienną zwieracza. W obrazie rentgenokinematograficznym światło okolicy zwieracza Oddiego przybierało kształt stożka wierzchołkiem zwróconego ku ujściu dwu-

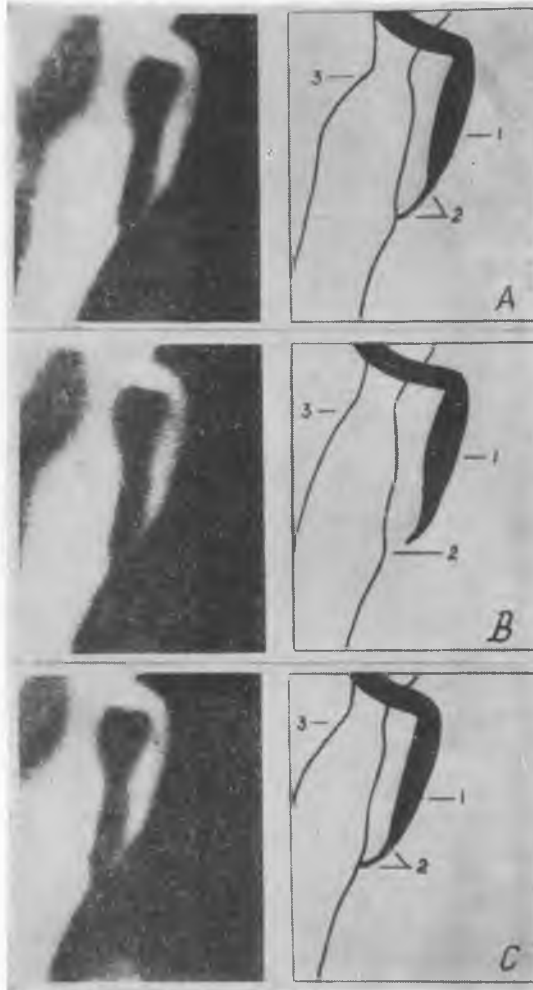


Ryc. 2 — A, B, C. Skurcz odbrodawkowy całkowity zwieracza Oddiego u psa. Zdjęcia rentgenokinematograficzne; 1 — przewód żółciowy wspólny, 2 — zwieracz Oddiego, 3 — dwunastnica, A — początek skurczu, B — zdjęcie po upływie 0,25 sek., C — zdjęcie po upływie 0,75 sek. (opis w tekście)

An ascending contraction, from the papillar to the intramural parts of the sphincter. Cinerentgenograms; 1 — common bile duct, 2 — Oddi's sphincter, 3 — Duodenum, A — Beginning of contraction, 3 — after 0.25 sec., C — after 0.75 sec. (Description in the text)

nastniczemu (ryc. 2A). Stożek ten stopniowo zwężał się i skracał (ryc. 2B) dając w efekcie całkowite zamknięcie światła zwieracza (ryc. 2C).

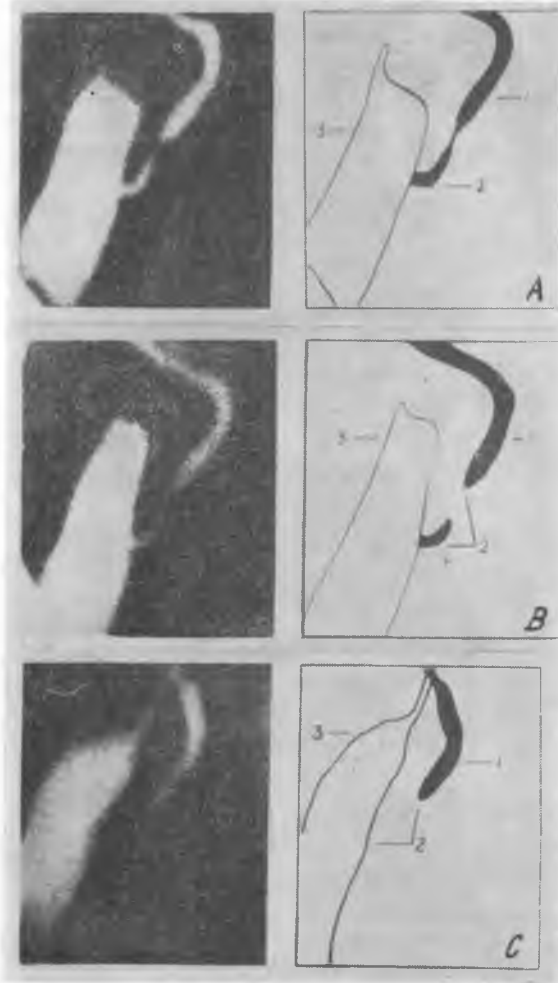
Ad 2. Nie zawsze dochodziło do zamknięcia zwieracza na całej jego długości. Niekiedy kurczyła się tylko część brodawkowa (ryc. 3A i 3B), po czym występował normalny rozkurcz (ryc. 3C). Ten rodzaj skurczu nazwano skurczem odbrodawkowym częściowym.



Ryc. 3 — A, B, C. Skurcz odbrodawkowy częściowy zwieracza Oddiego u psa. Zdj. kinematograficzne; 1 — przewód żółciowy wspólny, 2 — zwieracz Oddiego, 3 — dwunastnica, A — początek skurczu, B — zdjęcie po 0,12 sek., C — zdjęcie po 0,2 sek. (opis w tekście)

A partial contraction of the papillar part of the sphincter. Cinerentgenograms; 1 — Common bile duct, 2 — Oddi's sphincter, 3 — Duodenum, A — Beginning of contraction, B — after 0.12 sec., C — after 0.2 sec. (Description in the text)

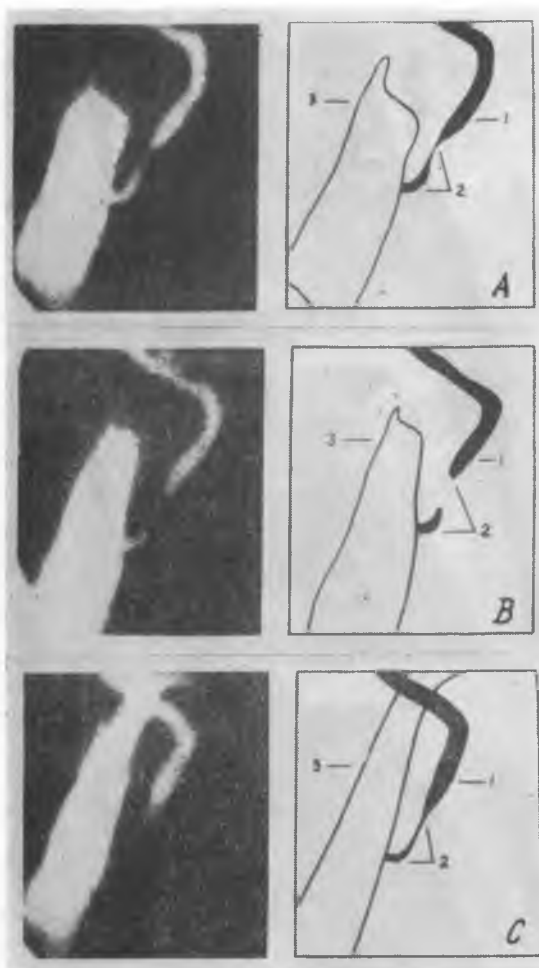
Ad 3. Skurcz dobrodawkowy całkowity polegał na początkowym obkurczeniu się śródściennej części zwieracza, a następnie części brodawkowej. W obrazie rentgenokinematograficznym smuga środka cieniującego przewężała się stopniowo od części bliższej zwieracza ku brodawce dwunastniczej (ryc. 4A i 4B) aż do całkowitego zamknięcia zwieracza Oddiego (ryc. 4C).



Ryc. 4 — A, B, C. Skurcz dobrodawkowy całkowity zwieracza Oddiego u psa. Zdj. rentgenokinematograficzne; 1 — przewód żółciowy wspólny, 2 — zwieracz Oddiego, 3 — dwunastnica, A — początek skurczu, B — zdj. po 0,4 sek., C — zdj. po 0,8 sek. (opis w tekście)

A descending contraction, from the intramural to the papillar part of the sphincter. Cinerentgenograms; 1 — Common bile duct, 2 — Oddi's sphincter, 3 — Duodenum, A — Beginning of contraction, B — after 0.4 sec., C — after 0.8 sec. (Description in the text)

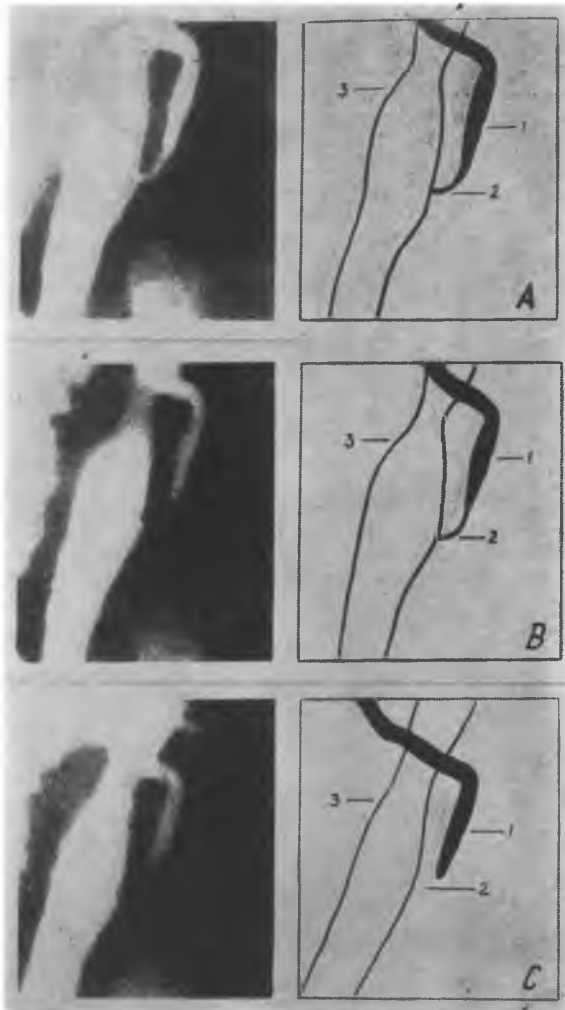
Ad 4. Analogicznie do skurczów odbrodawkowych częściowych obserwowano częściowe skurcze dobrodawkowe, podczas których zamknięciu ulegała tylko część śródścienna zwieracza, a część brodawkowa pozostawała w rozkurczu (ryc. 5A i 5B). Potem następował rozkurcz zwieracza (ryc. 5C).



Ryc. 5 — A, B, C. Skurcz dobrodawkowy częściowy zwieracza Oddiego u psa. Zdj. rentgenokinematograficzne; 1 — przewód żółciowy wspólny, 2 — zwieracz Oddiego, 3 — dwunastnica, A — początek skurczu, B — zdj. po 0,2 sek., C — zdj. po 0,5 sek. (opis w tekście)

A partial contraction of the intramural part of the sphincter. Cinerentgenograms; 1 — Common bile duct, 2 — Oddi's sphincter, 3 — Duodenum, A — Beginning of contraction, B — after 0.2 sec., C — after 0.5 sec. (Description in the text)

Ad 5. Skurcz okrężny jednoczesny polegał na równomiernym obkurczeniu się ścian całego zwieracza. Stopniowo przewężająca się smuga środka cieniującego wykazywała tę samą szerokość, zarówno w części śródściennej jak i brodawkowej zwieracza (ryc. 6A i 6B). Z chwilą wystąpienia całkowitego skurczu powstawała przerwa pomiędzy przed-

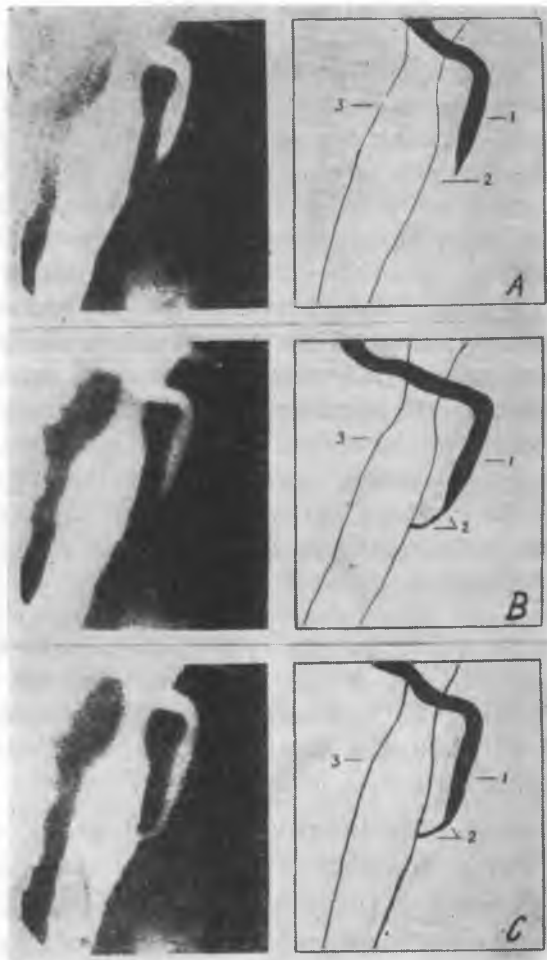


Ryc. 6 — A, B, C. Skurcz okrężny jednoczesny zwieracza Oddiego u psa. Zdj. rentgenokinematograficzne; 1 — przewód żółciowy wspólny, 2 — zwieracz Oddiego, 3 — dwunastnica, A — początek skurczu, B — zdj. po 0,25 sek., C — zdj. po 0,75 sek. (opis w tekście)

A simultaneous contraction of both the papillar and intramural parts of the sphincter. Cinerentgenograms; 1 — common bile duct, 2 — Oddi's sphincter, 3 — Duodenum, A — Beginning of contraction, B — after 0.25 sec., C — after 0.75 sec. (Description in the text)

zwieraczowym odcinkiem przewodu żółciowego wspólnego, a światłem dwunastnicy (ryc. 6C).

U wszystkich psów przeważały skurcze odbrodawkowe, które wystąpiły w liczbie 130 na ogólną liczbę 168 skurczów podlegających ocenie,



Ryc. 7 — A, B, C. Rozkurcz zwieracza Oddiego u psa. Zdj. rentgenokinematograficzne; 1 — przewód żółciowy wspólny, 2 — zwieracz Oddiego, 3 — dwunastnica, A — początek rozkurczu, B — zdj. po 0,5 sek., C — zdj. po 1,5 sek. (opis w tekście)
 The relaxation of Oddi's sphincter. Cineröntgenograms; 1 — Common bile duct, 2 — Oddi's sphincter, 3 — Duodenum, A — Beginning of relaxation, B — after 0.5 sec., C — after 1.5 sec. (Description in the text)

przy czym całkowitych było 106 i częściowych 24. Wśród pozostałych 38 obserwowanych skurczów stwierdzono 32 skurcze okrężne jednoczesne i 5 dobrodawkowych całkowitych oraz 1 skurcz dobrodawkowy częściowy.

Rozkurcze rozpoczynały się zawsze od części śródściennej zwieracza (ryc. 7A) i poprzez część brodawkową postępowały ku ujściu dwunastniczemu (ryc. 7B i 7C).

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Przedstawione wyniki badań własnych i obserwacje innych autorów (2, 3, 6, 7, 8, 9) wskazują na istnienie autonomicznej czynności zwieracza Oddiego, niezależnej od stanu napięcia pęcherzyka żółciowego. Wyrazem tej autonomii jest niezwykle czynna akcja skurczowo-rozkurczowa zwieracza podczas przepływu środka cieniującego przez drogi żółciowe. W przypadkach potrzeby ograniczenia przepływu, zwieracz Oddiego jest zdolny do wyzwania skurczów powtarzających się w sekundowych odstępach czasu. Caroli i współpracownicy (2) wykazali, że zwiększenie ciśnienia przepływu zwalniało rytm skurczowo-rozkurczowy zwieracza Oddiego, przy czym było charakterystyczne, że przedłużeniu ulegał nie tylko czas trwania rozkurczu lecz również i skurczu, a tym samym przepływ nie zwiększał się w ogóle lub tylko nieznacznie. We własnych badaniach podczas wymuszonego przepływu środka cieniującego przez drogi żółciowe do dwunastnicy skurcze zwieracza Oddiego występowały w bardzo krótkich odstępach czasu, bo przeciętnie co 5,5 sek. i trwały średnio 2,5 sek. Stosowane ciśnienie przepływu było zbliżone swą wielkością do ciśnienia, pod jakim przepływa żółć w czasie skurczów pęcherzyka żółciowego (3, 6). W świetle tych danych mało prawdopodobny wydaje się na ogół przyjęty pogląd (1, 3, 10) wyrażony w tzw. prawie Doyon-Melzera, które głosi, że w czasie skurczu pęcherzyka żółciowego trwającego kilka do kilkunastu minut (3) zwieracz Oddiego jest przez cały czas rozwarty.

Wyrazem czynnego udziału zwieracza Oddiego w regulacji przepływu żółci są również obserwacje mechanizmów skurczów zwieracza. Do poglądu (8), że zwieracz Oddiego kurczy się najpierw w części brodawkowej i następnie obejmuje część śródścienną, a rozkurcz przebiega w odwrotnym kierunku, dołączyły się ostatnio spostrzeżenia Carolego (2), który obserwował również skurcze o odwrotnym kierunku ruchu zwierania. We własnych badaniach rentgenokinematograficznych wyodrębniono 5 rodzajów skurczu zwieracza Oddiego. Znaczna przewaga skurczów odbrodawkowych i okrężnych nasuwa przypuszczenie, że te dwa mechanizmy są charakterystyczne dla obkurczania się zwieracza w warunkach normalnych czynności. Obserwacje rzadko występującego dobrodawkowego skurczu zwieracza wykazują, że poza stopniowym zamykaniem światła zwieracza od części śródściennej ku brodawce dwunastniczej następuje równocześnie czynne przemieszczanie środka cieniującego do dwunastnicy. Odnosi się wrażenie, że skurcz odbrodawkowy i okrężny mają na celu wyłącznie przerwanie przepływu żółci, a skurcz dobrodawkowy uczestniczy również w przepływie żółci do dwunastnicy.

Wnioski

1. Badania rentgenokinematograficzne pozwalają na uwidocznienie ruchów zwieracza Oddiego w naturalnej ich postaci oraz na dokładne analizowane otrzymanych obrazów.

2. Zwieracz Oddiego podczas wprowadzania środka cieniującego do dróg żółciowych wykazuje szybkie ruchy skurczowo-rozkurczowe, regulujące przepływ.

3. Na podstawie badań rentgenokinematograficznych można wyodrębnić 5 rodzajów skurczu zwieracza Oddiego, różniącego się mechanizmem zwierania: 1) skurcz odbrodawkowy całkowity, 2) skurcz odbrodawkowy częściowy, 3) skurcz dobrodawkowy całkowity, 4) skurcz dobrodawkowy częściowy, 5) skurcz okrężny jednoczesny.

4. W warunkach bez stosowania środków farmakologicznych najczęstsze są skurcze odbrodawkowe całkowite i okrężne jednoczesne, a pozostałe rodzaje skurczów występują rzadko.

5. Rozkurcz zwieracza Oddiego we wszystkich badaniach wykazuje dobrodawkowy mechanizm ruchu.

6. Duża częstotliwość i różnorodność skurczów zwieracza Oddiego wskazuje na jego czynny udział w regulowaniu przepływu żółci.

PIŚMIENNICTWO

1. Best C. H., Taylor N. B.: Żywy organizm. Zarys fizjologii człowieka. PZWL, Warszawa 1966, 328—333.
2. Caroli J., Porcher P., Pequignet G., Delatre M.: Am. J. Dig. Dis., 5, 677—696, 1960.
3. Chocholac J.: Fortschr. Rtgstr., 92, 312—325, 1960.
4. Eichhorn E., Boyden E. A.: Am. J. Anat., 97, 431—451, 1955.
5. Ellenberger-Baum: Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere, Springer Verlag, Berlin 1943.
6. Hornykiewytsch T.: Fortschr. Rtgstr., 90, 323—331, 1959.
7. Jacobsson B., Lanner L. O., Radberg C.: Acta Chir. Scand. 113, 488—491, 1957.
8. Montaldo C. H.: La Presse Medicale, 53, 2567—2569, 1963.
9. Torsoli A., Ramorino M., Palagri L., Colagrande C., Baschieri J., Ribotta S., Marinosci M.: La semaine des Hopitaux, 37, 790—802, 1961.
10. Ziemiański S.: Fizjologia człowieka pod redakcją Walawskiego, PZWL, Warszawa, 1965, 198—800.

РЕЗЮМЕ

Автор исследовал ритм и механизм сокращения и расслабления сфинктера Одди. Во время протекания контраста в желчных путях на рентгенокинематографической картине наблюдались очень быстрые движения сокращения и расслабления. Средняя продолжительность сокращения — 2,5 сек, а расслабления — 5,5 сек.

Автор заметил 5 видов сокращения сфинктера Одди: 1) полное сокращение от бородавки к части близкой к сфинктеру, 2) частичное сокращение от бородавки к части близкой к сфинктеру; 3) полное сокращение от части близкой сфинктеру к бородавке, 4) частичное сокращение от части близкой сфинктеру к бородавке, 5) одновременное циркулярное сокращение.

Расслабление сфинктера Одди во всех экспериментах протекало от интрамуральной части сфинктера в направлении к Фатерову соску.

SUMMARY

In experiments performed on dogs, the author evaluated by cinefluorography the rhythm and mechanism with regard to contractions and relaxations of Oddi's sphincter. During perfusion through the common bile duct, very rapid contracting and relaxing movements of the sphincter of Oddi were observed. Times of contractions and relaxations were 2.5 and 5.5 sec., respectively. In conditions without drugs, the author observed 5 types of contractions of Oddi's sphincter: 1. an ascending contraction, from the papillar to the intramural part of the sphincter; 2. a partial contraction of the papillar part of the sphincter; 3. a descending contraction, from the intramural to the papillar part of the sphincter; 4. a partial contraction of the intramural part of the sphincter; 5. a simultaneous contraction of both the papillar and intramural parts of the sphincter. The direction of relaxations of Oddi's sphincter was from the intramural to the papillar parts of the sphincter in all experiments.