

Tomografia komputerowa (TK, CT) jest techniką wykorzystującą promieniowanie rentgenowskie (X, RTG) do obrazowania ciała pacjenta. Promieniowanie rentgenowskie ma zdolność przenikania przez tkanki, umożliwiając w ten sposób zobrazowanie jego wnętrza. Podczas skanowania tomograf komputerowy wysyła odpowiednio skolimowaną wiązkę promieniowania jonizującego, które po przejściu przez tkanki składające się na ciało pacjenta jest odbierane przez specjalne detektory promieniowania i na podstawie tak zebranych danych tworzony jest obraz przekroju ciała pacjenta, będący odwzorowaniem poszczególnych jego warstw.

Obrazy te mogą być następnie przeglądane przez lekarza radiologa na monitorze lub w ostateczności na kliszach rentgenowskich. W niektórych przypadkach obrazy te mogą być również poddane rekonstrukcjom komputerowym, w trakcie których możliwe jest tworzenie obrazów modeli 3D narządów (np. serca) [1, 2]. Możliwe jest również obrazowanie wybiórcze niektórych rodzajów tkanek (np. wyłącznie kości) [1, 2]. Tomografia komputerowa, dzięki wykorzystaniu techniki obrazowania narządów i tkanek za pomocą promieni rentgenowskich, jest niezastąpioną metodą diagnozowania praktycznie większości okolic anatomicznych ciała [1, 2]. Dostarcza cennych informacji na temat stanu zdrowia badanego zwierzęcia i odgrywa ważną rolę w procesie diagnozowania wielu chorób, poprzez umożliwienie oceny budowy narządów oraz wykrycia nieprawidłowości w całym ciele poddanego badaniu pacjenta.

Ze względu na bardzo krótki czas badania i brak bezwzględnych przeciwwskazań do jego wykonania tomografia komputerowa jest badaniem z wyboru u pacjentów po urazach, w ciężkim stanie ogólnym oraz u pacjentów „niewspółpracujących”. To ostatnie wskazanie ma większe znaczenie w przypadku medycyny człowieka, gdzie pacjenci, z wyjątkiem dzieci oraz osób przejawiających zaburzenia psychiczne, nie są znieczulani [1, 2]. W odniesieniu do medycyny weterynaryjnej ma to nieco mniejsze znaczenie, choć krótki czas badania to także krótszy czas przebywania zwierzęcia w stanie uspokojenia farmakologicznego. Ma to niebagatelne znaczenie dla bezpieczeństwa zwierząt, chociażby z chorobą serca jako schorzeniem podstawowym [1, 3]. Czas trwania badania zdecydowanie należy rozpatrywać na plus tomografii komputerowej, jeżeli lekarz zastanawia się również nad badaniem rezonansowym (MR) jako alternatywą [1, 2, 3].

Zalety wielorzędowej, spiralnej tomografii komputerowej

Do najważniejszych zalet tego rodzaju badania należą:

- nieinwazyjność;

- krótki czas trwania;
- możliwość równoczesnego uzyskania obrazów kości, tkanek miękkich i naczyń krwionośnych;
- możliwość badania większego obszaru ciała na jednym wstrzymaniu oddechu, co również ma zdecydowanie większe znaczenie w przypadku diagnostyki chorób człowieka [1, 2, 3];
- zmniejszenie ilości podawanego środka kontrastowego, co jest równoznaczne z redukcją ryzyka powikłań, a w tym przede wszystkim wystąpienia wstrząsu anafilaktycznego [1, 2, 3];
- zwiększenie komfortu pacjenta,
- dostarczenie bardzo szczegółowych obrazów różnego rodzaju tkanek - w odróżnieniu od klasycznych badań radiologicznych tomografia komputerowa pozwala na otrzymanie obrazów o wysokiej rozdzielności przestrzennej.

Dodać też należy, o czym była już mowa, że w większości przypadków trwa ono znacznie krócej niż badanie metodą rezonansu magnetycznego (MR) [1, 2]. W obu metodach bardzo istotne jest, aby pacjent nie poruszał się, ponieważ każdy ruch może stać się przyczyną błędów na uzyskanych obrazach. Badanie metodą TK można wykonywać także u pacjentów z wszczepionymi urządzeniami medycznymi, takimi jak rozrusznik serca, neurostymulator, lub innymi materiałami używanymi chociażby w ortopedii (w odróżnieniu od MR) [1, 2, 3]. Tomografia jest bezbolesna, wykonuje się ją szybko - w sytuacjach nagłych pozwala natychmiast uwidocznić obrażenia wewnętrzne i krwawienia, co może uratować życie. Umożliwia obrazowanie w czasie rzeczywistym, dzięki czemu jest to odpowiednie narzędzie do przeprowadzenia zabiegów inwazyjnych, takich jak biopsja igłowa różnych narządów, w szczególności płuc, narządów jamy brzusznej, miednicy i kości. Rozpoznanie postawione na podstawie badania TK może w niektórych przypadkach wyeliminować konieczność operacji lub biopsji chirurgicznej [1, 2]. Brak przeciwwskazań bezwzględnych do wykonywania badania TK [1, 2].

Przeciwwskazania względne

Do przeciwwskazań względnych należą: ciąża, uczulenie, a raczej nadwrażliwość na środki kontrastowe (przeciwwskazanie przy konieczności podania środka kontrastowego), a w przypadku medycyny człowieka również brak zgody pacjenta. Z tych powodów badania tomografii komputerowej z użyciem jakichkolwiek jodowych środków kontrastowych nie wykonuje się w przypadku: uczulenia czy nadwrażliwości na jod, wola toksycznego tarczycy,

nadczynności tarczycy, planowania leczenia raka tarczycy promieniotwórczym jodem [1, 2]. U ludzi stosowanie jodowych środków kontrastowych jest niewskazane u dzieci do 2 roku życia oraz osób po 60 roku życia [2]. Dodatkowo ich podawanie jest niewskazane u pacjentów z powikłaniami po poprzednim podaniu środka kontrastowego, ostrą i przewlekłą niewydolnością krążenia i układu oddechowego, niewydolnością wątroby i nerek (również chorzy dializowani są w grupie ryzyka) [1, 2]. Inne przypadki wykluczające ich stosowanie to: jaskra, astma i rozedma płuc, alergia, cukrzyca typu 1, ciężkie nadciśnienie tętnicze, drgawki o etiologii mózgowej [1, 2, 3].

Wydaje się możliwe ekstrapolowanie powyższych przeciwwskazań na zwierzęta poddawane tego typu badaniom i obciążone podobnymi lub identycznymi z ludzkimi jednostkami chorobowymi.

Tomografia mózgowia

TK mózgowia jest podstawową metodą diagnostyki schorzeń ośrodkowego układu nerwowego. Umożliwia ona zobrazowanie istoty białej i szarej mózgowia, układu komorowego i wewnątrzczaszkowych przestrzeni płynowych, naczyń wewnątrzczaszkowych oraz nerwów czaszkowych, choć w ograniczonym zakresie [1, 2]. TK mózgowia jest badaniem szybkim i nieinwazyjnym, wymagającym minimalnej współpracy pacjenta, tj. leżenia w bezruchu przez kilka sekund, co w przypadku badań wykonywanych w praktyce lekarsko-weterynaryjnej nie stanowi problemu z oczywistych względów. Najczęściej badanie wymaga dożylnego podania środka cieniującego dla lepszego uwidocznienia objawów radiologicznych danego schorzenia [1, 2]. W niektórych przypadkach wskazane jest poszerzenia diagnostyki o badanie perfuzji TK mózgowia lub angio-TK naczyń wewnątrzczaszkowych [1, 2].

Wskazania do badania TK mózgowia

Należą do nich: stan po urazie głowy, podejrzenie krwotoku wewnątrzczaszkowego, zmiany naczyniopochodne ośrodkowego układu nerwowego (poniedokrwienne i pokrwotoczne), guzy mózgowia (pierwotne i przerzutowe), zmiany zapalne mózgowia, opon mózgowo-rdzeniowych, kości czaszki, wady rozwojowe mózgowia i czaszki, zmiany degeneracyjne i demielinizacyjne mózgowia (fot. 1, 1a) [1, 2].

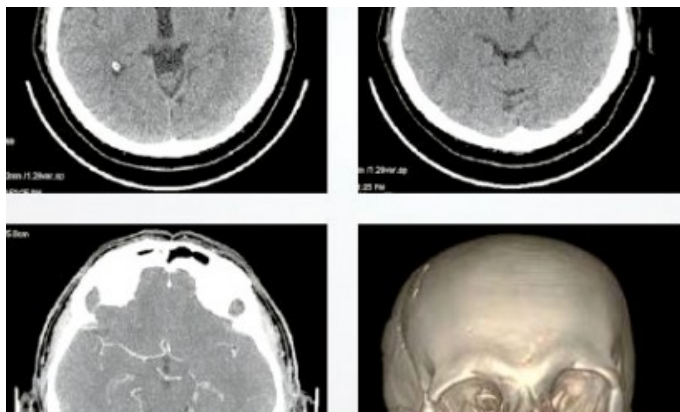
Badanie perfuzji TK

Badanie perfuzji TK jest stosowane jako element zaawansowanej diagnostyki zmian w obrębie mózgowia. Polega ono na dożylnym podaniu środka cieniującego, a następnie

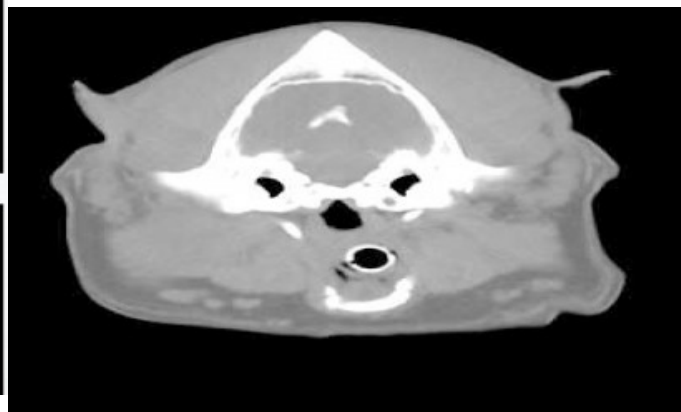
wykonaniu skanów podczas jego przenikania przez tkanki mózgowia. Kolejnym etap to obróbka komputerowa mająca na celu dokonanie obliczeń i uzyskanie wyniku w formie map mózgowia z oznaczonymi parametrami perfuzji (CBF - *Cerebral Blood Flow*, CBV - *Cerebral Blood Volume*, MTT - *Mean Transit Time* i PS - *Permeability Surface*). Badanie to u ludzi znajduje najważniejsze zastosowanie we wczesnej diagnostyce udaru niedokrwienego mózgu, zwłaszcza jako kwalifikacja do leczenia trombolitycznego [2]. Ponadto jest wykorzystywane przy różnicowaniu guzów mózgu, ponieważ wzór perfuzji guza może świadczyć o stopniu jego złośliwości, a w niektórych przypadkach o jego typie histopatologicznym, co ogranicza potrzebę przeprowadzania bardziej inwazyjnych bądź krwawych badań diagnostycznych [1, 2, 3].

Wskazania do badania perfuzji TK

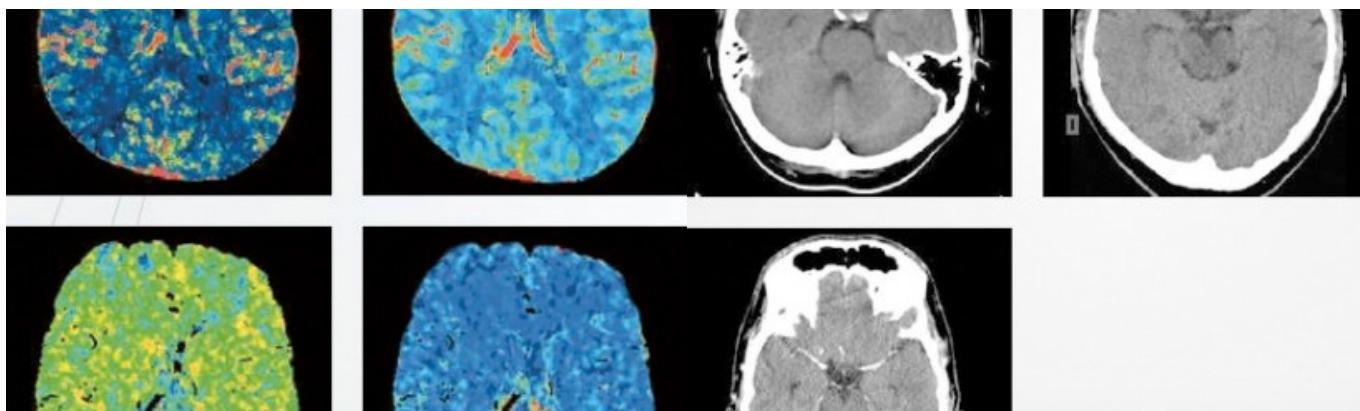
Należą do nich przede wszystkim: udar niedokrwieny (w fazie nadostrej, zwłaszcza jako kwalifikacja do trombolizy celowanej), zespoły przemijającego niedokrwienia mózgu (TIA), guzy mózgu - różnicowanie i ocena stopnia złośliwości, monitorowanie efektów leczenia guzów mózgu (wykrywanie wznowy) (fot. 2) [1, 2].



Fot. 1. Okno mózgowe - badanie mózgowia człowieka.



Fot. 1a. Okno mózgowe - badanie mózgowia psa. Widoczny namiot kostny mózgu.



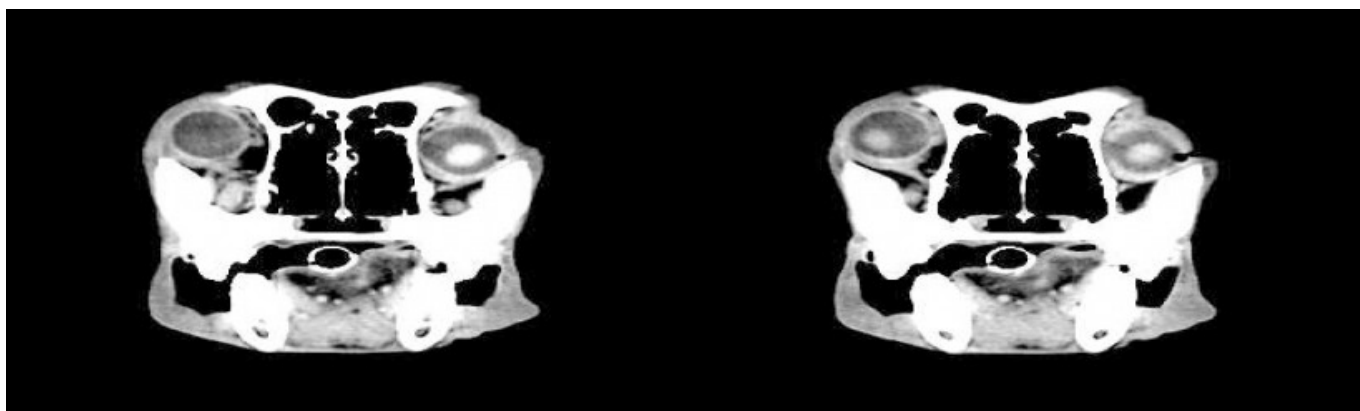
Fot. 2. Badanie perfuzji TK mózgu człowieka.

Fot. 3. Okno mózgowe - badanie przysadki mózgowej człowieka. Gruczolak przysadki.



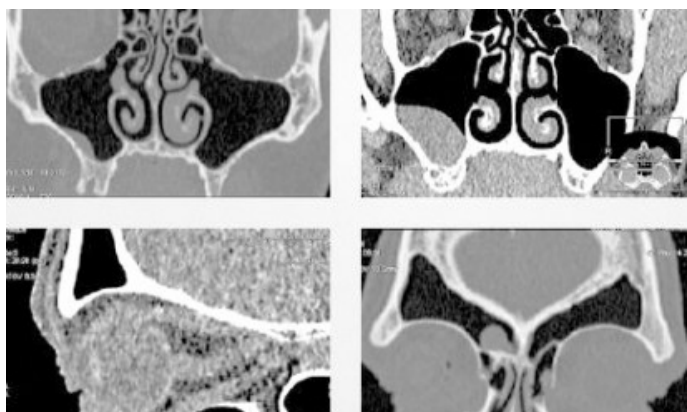
Fot. 4. Okno tkankowe - badanie oczodołów człowieka z oftalmopatią tarczycową.

Fot. 5. Okno tkankowe - badanie oczodołów człowieka z oftalmopatią tarczycową.



Fot. 5a. Okno tkankowe - badanie oczodołów psa w poszukiwaniu nowotworu umiejscowionego zagadkowo.

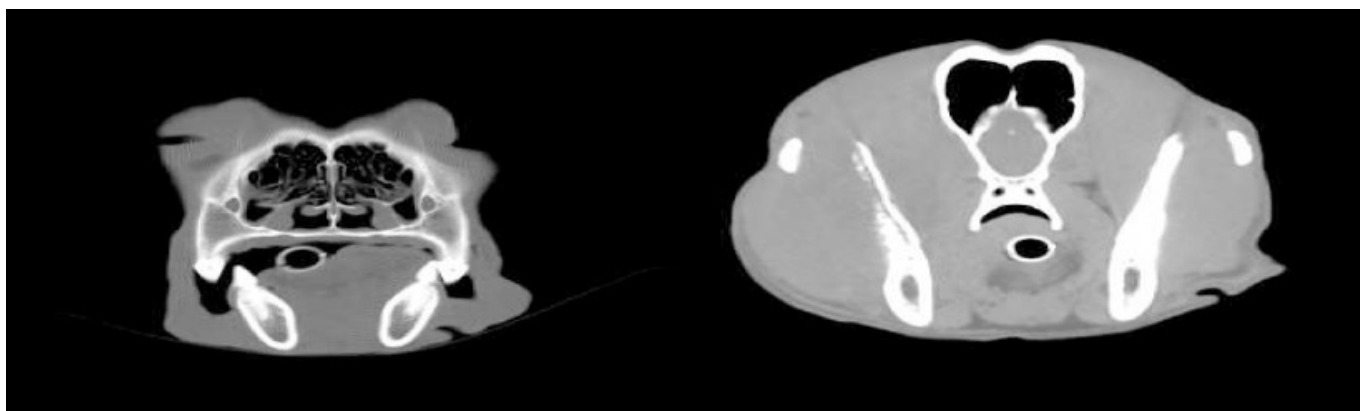
Fot. 5b. Okno tkankowe - badanie oczodołów psa w poszukiwaniu nowotworu umiejscowionego zagadkowo.



Fot. 6. Okno tkankowe - badanie jam nosowych człowieka z nawracającymi zakażeniami górnych dróg oddechowych.



Fot. 6a. Okno kostne - badanie jam nosowych psa z przewlekłym wyciekaniem z nozdrzy.



Fot. 6b. Okno kostne - badanie jam nosowych psa z przewlekłym wyciekami z nozdrzy.

Fot. 6c. Okno kostne - badanie zatok czołowych psa z podejrzeniem aspergilozy. Widoczne zachowanie powietrzności obu zatok czołowych.

Badanie TK przysadki mózgowej

Badanie to wykonywane jest w przypadku podejrzenia zmian wewnątrz- lub okołosiodłowych, zazwyczaj gdy niemożliwe lub niewskazane jest wykonanie MR. Zakres badania obejmuje przysadkę mózgową wraz z pozostałymi strukturami siodła tureckiego, które są obrazowane za pomocą cienkich warstw - zazwyczaj $< 1,25$ mm - poddanych następnie rekonstrukcjom komputerowym [1, 2]. W przypadku zmian ogniskowych dla lepszego ich zobrazowania dożylnie podawany jest środek cieniujący. Badanie to uwidacznia zmiany w okolicy siodła tureckiego oraz ich stosunek do przebiegających w bezpośrednim sąsiedztwie struktur naczyniowych [1, 2]. Dzięki TK przysadki mózgowej, oprócz oceny struktur miękkotkankowych, możliwe jest przede wszystkim zobrazowanie części kostnych siodła tureckiego, zwłaszcza w przypadkach podejrzenia nacieku nowotworowego lub modelowania kości przez guzy tej okolicy [1, 2].

Wskazania do badania TK przysadki mózgowej

Są to przede wszystkim guzy okolicy siodła tureckiego (zwłaszcza przy podejrzeniu destrukcji kości), podejrzenie zmian w przysadce mózgowej u pacjentów z przeciwwskazaniami do MR przysadki mózgowej (fot. 3) [1, 2].

Badanie TK oczodołów

TK oczodołów jest badaniem z wyboru u pacjentów po urazie oczodołu, zwłaszcza gdy zachodzi podejrzenie obecności ciała obcego. Metoda ta umożliwia dokładną ocenę zmian pourazowych gałki ocznej i pozostałych struktur oczodołu, a także wykrycie złamań ścian kostnych oczodołu [1, 2]. Badanie to przeprowadzane jest ponadto w przypadku podejrzenia innych zmian wewnątrz- i okołogałkowych (np. nowotworów lub zmian zapalnych), gdy istnieją przeciwwskazania do badania MR oczodołów - wtedy zazwyczaj dla dokładniejszej oceny podawany jest dożylnie środek cieniujący [1,2].

Wskazania do badania TK oczodołów

Będą to przede wszystkim: stany po urazie oczodołu, podejrzenie obecności ciał obcych, guzy gałki ocznej i pozostałych struktur wewnątrzoczodołowych (pierwotne i przerzutowe), zmiany zapalne struktur oczodołu, oftalmopatia tarczycowa - wytrzeszcz gałek ocznych (gdy niemożliwe jest wykonanie MR) [1, 2], choć ten ostatni objaw u zwierząt występuje zdecydowanie rzadziej niż w przypadku chorób tarczycy u ludzi (fot. 4, 5, 5a, 5b) [3].

Badanie TK zatok nosowych

TK zatok nosowych wykonywane jest przy zastosowaniu cienkich warstw. Ich grubość waha się w okolicach 1,25 mm lub mniej [1, 2]. Następnie poddawane są one rekonstrukcjom komputerowym. Dzięki temu możliwa jest dokładna ocena zatok nosowych, kompleksów ujściowo-przewodowych oraz jam nosowych.

Badanie pozwala na wykrycie zmian zapalnych w postaci pogrubiałej błony śluzowej oraz nieprawidłowych zbiorników płynowych (torbiele, ropnie), zmian rozrostowych, wad budowy zatok przynosowych i jam nosowych, a także ocenę przed i po operacjach zatok nosowych [1, 2].

Metoda ta szczególnie dobrze obrazuje destrukcję ścian kostnych zatok przynosowych [1, 2], która może być spowodowana rozrostem nowotworowym lub obecnością przewlekłych zmian zapalnych, które u zwierząt towarzyszących często są wynikiem infiltracji tkanki w wyniku rozwoju grzybicy [3].

Wskazania do badania TK zatok i jam nosowych

W pierwszej kolejności należeć do nich będą: stany po urazie, zmiany zapalne zatok nosowych, zmiany nowotworowe (pierwotnie wywodzące się z zatok nosowych i jam nosowych, a także naciekające zatoki przez ciągłość z sąsiednich struktur

trzewioczaszki), wady rozwojowe zatok nosowych. Niebagatelnym wskazaniem powiązanim z dwoma powyższymi to konieczność diagnostyki różnicowej stwierdzanych w zatokach zmian i odpowiedź na pytanie, czy mamy do czynienia z grzybicą zatok, czy z ich nowotworem [1, 2]. Badania TK w tym wskazaniu najczęściej wykonuje się u psów, które stosunkowo często cierpią z powodu aspergilozy, a jak wiemy skądinąd, grzyb ten bardzo często zasiedla wyłącznie zatoki, przez co diagnostyka inna niż tomograficzna jest często mocno utrudniona lub wręcz niemożliwa (fot. 6, 6a, 6b, 6c) [3].

Badanie TK trzewioczaszki

Badanie to wykonywane jest przy zastosowaniu cienkich warstw, które następnie są rekonstruowane komputerowo. Jest to badanie z wyboru u pacjentów po urazie części twarzowej (np. podczas wypadków komunikacyjnych), ponieważ umożliwia ono dokładną ocenę ewentualnych złamań kości trzewioczaszki oraz urazów tkanek miękkich [2, 1]. Ponadto TK trzewioczaszki jest wykonywane u pacjentów z podejrzeniem lub stwierdzoną obecnością zmian nowotworowych, zapalnych lub rozwojowych w obrębie części miękkotkankowych okolicy twarzowej oraz jej struktur kostnych [1, 2]. Zazwyczaj przeprowadzane jest przed i po dożylnym podaniu środka cieniującego, co ma szczególne znaczenie dla dokładnej oceny zmian ogniskowych tej okolicy.

Wskazania do badania TK trzewioczaszki

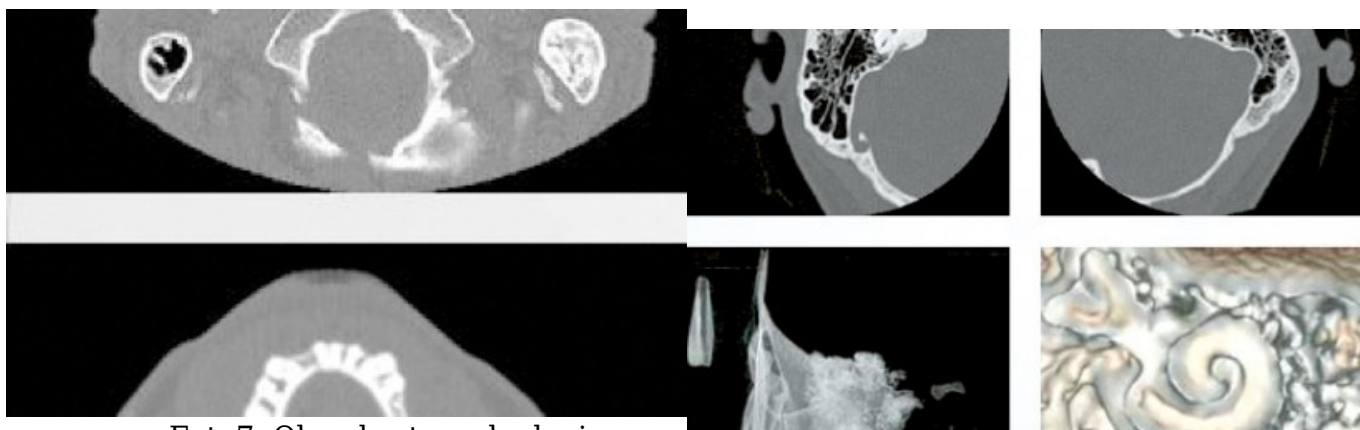
Stanowiąc je będą przede wszystkim: stany po urazie trzewioczaszki, nowotwory trzewioczaszki, zmiany zapalne, wady rozwojowe trzewioczaszki, ocena przed operacyjnymi rekonstrukcjami struktur trzewioczaszki (zmiany pourazowe, wady rozwojowe), wady i inne schorzenia szczęki i żuchwy wymagające leczenia operacyjnego lub ortodontycznego (fot. 7) [1, 2].

Badanie TK piramid kości skroniowych

Badanie TK piramid kości skroniowych jest metodą z wyboru dla oceny struktur kostnych. Podobnie jak poprzednie wykonywane jest przy zastosowaniu cienkich warstw, które następnie są rekonstruowane komputerowo. Technika ta umożliwia ocenę osobno strony lewej i prawej oraz ocenę porównawczą obu kości skroniowych. Oprócz diagnostyki części kostnych możliwe jest również uwidocznienie zmian miękkotkankowych tej okolicy (np. guzów lub ziarniny zapalnej) [1, 2]. Ponadto u człowieka badanie to wykonywane jest przed operacją wszczepienia implantu ślimakowego [2].

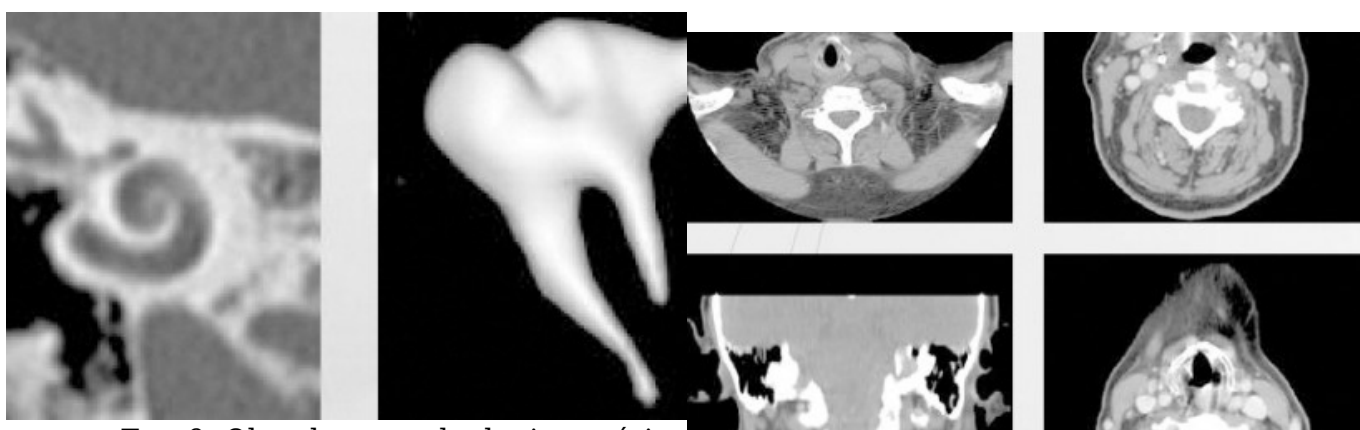
Wskazania do badania TK piramid kości skroniowych

Będą to: obecność guzów złośliwych i łagodnych, stany zapalne, urazy, wady wrodzone, diagnostyka przyczyn zaburzeń równowagi i (lub) niedosłuchu, ocena przed wszczepieniem implantu ślimakowego (fot. 8 i 9) [1, 2].



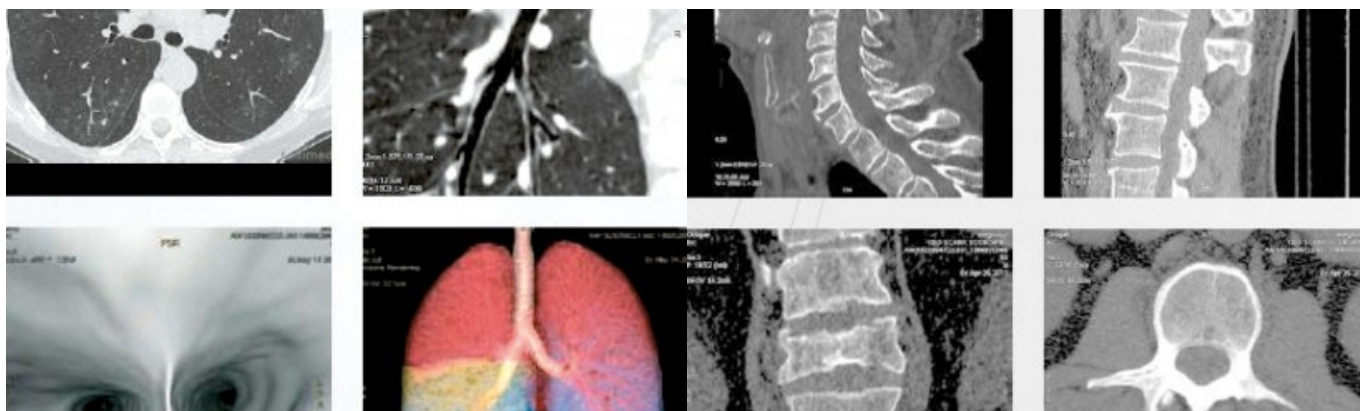
Fot. 7. Okno kostne - badanie trzewioczaszki człowieka. W jednej z zatok szczękowych widoczna izodensyjna zmiana ogniskowa.

Fot. 8. Okno kostne - badanie części skalistej kości skroniowych człowieka przed wszczepieniem implantu ślimakowego.



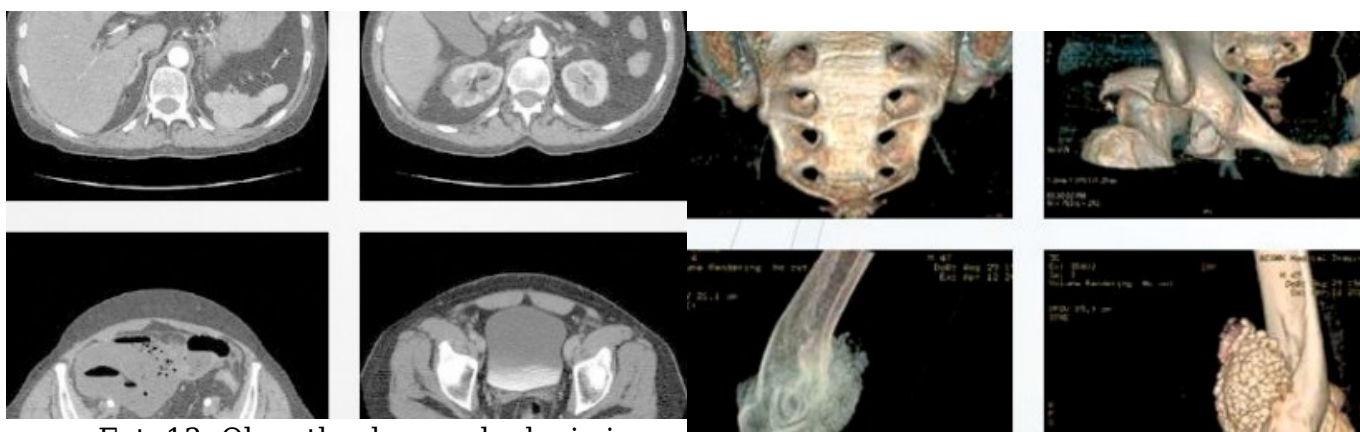
Fot. 9. Okno kostne - badanie części skalistej kości skroniowych człowieka przed wszczepieniem implantu ślimakowego.

Fot. 10. Okno tkankowe - badanie okolicy szyi człowieka. Widoczna zaawansowana limfadenopatia.



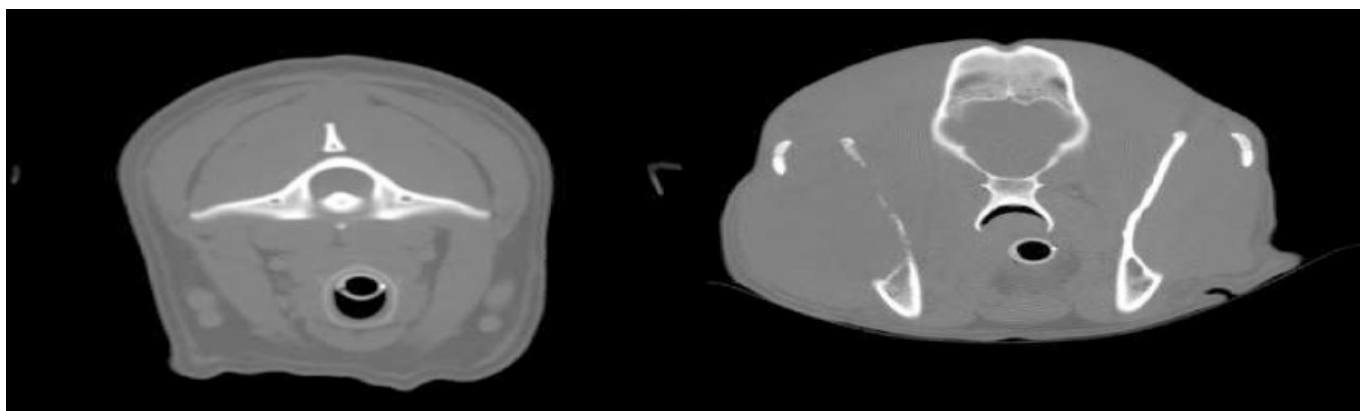
Fot. 11. Badanie TK klatki piersiowej człowieka.

Fot. 12. Okno kostne - badanie kręgosłupa w odcinku C i Th. Widoczne złamanie kompresyjne kręgu lędźwiowego.



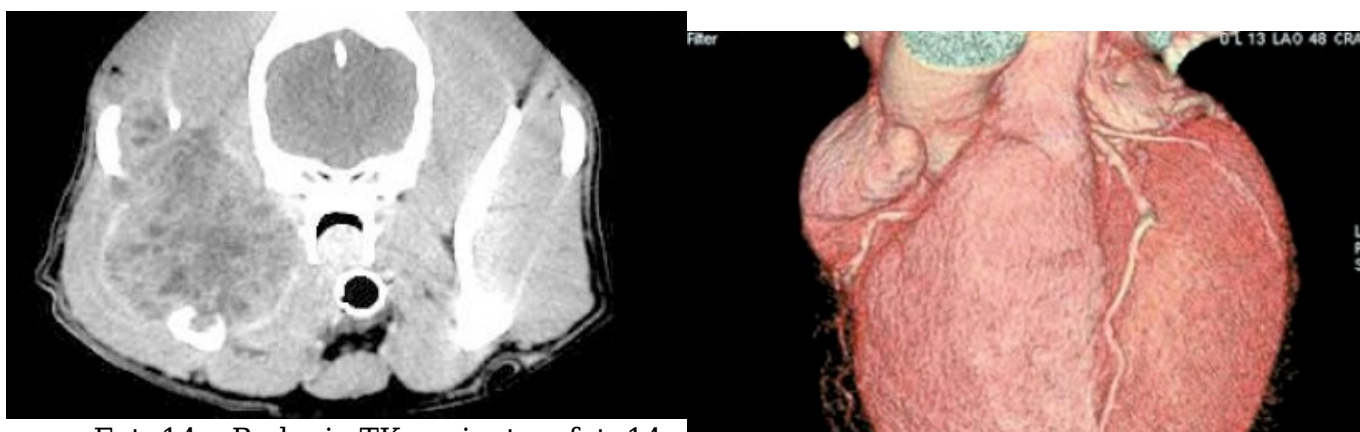
Fot. 13. Okno tkankowe - badanie jamy brzusznej i miednicy człowieka.

Fot. 14. Okno kostne - badanie kości stawów człowieka.



Fot. 14a. Okno kostne - badanie stawu szczytowo-obrotowego psa po wypadku komunikacyjnym oraz z podejrzeniem złamania zęba kręgu obrotowego.

Fot. 14b. Badanie TK pacjenta z fot. 14a. Okno kostne. Widoczny ubytek cienia oraz zniszczenie gałęzi żuchwy lewej - nowotwór.



Fot. 14c. Badanie TK pacjenta z fot. 14a i b. Okno tkankowe. Widoczna cała masa guza naciekająca, oprócz kości, liczne tkanki miękkie wokół.

Fot. 15. Rekonstrukcja 3D serca człowieka.

Badanie TK szyi

Badanie umożliwia zobrazowanie obszaru od poziomu podniebienia do wysokości przedniego otworu klatki piersiowej. Obejmuje takie narządy jak: gardło, krtań, ślinianki, tarczycy oraz węzły chłonne szyi. Wykonywane jest zazwyczaj przed i po dożylnym podaniu środka

cieniującego, wymaga współpracy pacjenta polegającej na powstrzymaniu odruchu połykania śliny i kaszlu na czas skanowania (kilka sekund), co u ludzi bywa czasami niebywale trudne [2]. Ta metoda diagnostyczna pozwala na wykrycie zmian nowotworowych i zapalnych oraz limfadenopatii w badanym odcinku [1, 2]. Dodatkowo możliwa jest dokładna ocena stosunku położenia zmian chorobowych do przebiegających w tej okolicy struktur naczyniowych i nerwowych oraz sąsiednich narządów, co jest kluczowe przed planowaną operacją lub radioterapią [1, 2]. W niektórych przypadkach konieczne jest poszerzenie diagnostyki obszaru szyi o badanie angio-TK tętnic szyjnych i kręgowych [1, 2].

Wskazania do badania TK szyi

Będą to: obecność zmian nowotworowych, guzy łagodne, wady rozwojowe, zmiany zapalne, diagnostyka powiększonych węzłów chłonnych, ocena przedoperacyjna i przed planowaną radioterapią, stan po urazie, podejrzenie obecności ciała obcego (fot. 10).

Badanie TK klatki piersiowej i śródpiersia

Ma ono szerokie zastosowanie w diagnostyce chorób toczących się w obrębie klatki piersiowej, ponieważ umożliwia zobrazowanie powietrznej tkanki płucnej, tkanek miękkich śródpiersia oraz kości tworzących ściany klatki piersiowej [1, 2]. Wymaga wstrzymania oddechu przez pacjenta na czas skanowania lub jego uprzedniego znieczulenia. Dla lepszej oceny ewentualnych zmian najczęściej jest wykonywane przed i po dożylnym podaniu środka cieniującego [1, 2].

Badanie TK klatki piersiowej często stanowi etap pogłębionej diagnostyki zmian ogniskowych wykrytych w badaniu RTG [1, 2]. Umożliwia dokładną ocenę węzłów chłonnych śródpiersia i wnęk płucnych [1, 2, 3]. Jest też najlepszą metodą monitorowania leczenia zmian przewlekłych obecnych w mięszu płuc, a także niektórych zmian zapalnych [1, 2, 3].

Tomografia komputerowa jest badaniem z wyboru w diagnostyce zatorowości płucnej i jej powikłań [1, 2] (angio-TK tętnic płucnych) oraz po urazach klatki piersiowej. W podejrzeniu zwężeń drzewa oskrzelowego (spowodowanych naciekiem nowotworowym, uciskiem z zewnątrz, obecnością ciał obcych lub zmian pozabiegowych i po radioterapii) możliwe jest również wykonanie wirtualnej bronchoskopii TK, która uwidacznia wnętrze oskrzela [1, 2]. W niektórych przypadkach wskazane jest wykonanie badania TK klatki piersiowej w technice HRTC (*High Resolution Computed Tomography*), czyli wybiórczych, cienkowiekowych przekrojów umożliwiających dokładniejszą ocenę mięszu płucnego, jednak bez jednoczesnego objęcia badaniem całej objętości płuc oraz bez możliwości oceny śródpiersia [2].

Dokładna diagnostyka odcinka piersiowego aorty wykonywana jest podczas badania angio-TK aorty, np. przy podejrzeniu tętniaków lub innych zmian naczyniowych [2]. Do obrazowania naczyń wieńcowych służy natomiast angio-TK serca [2].

Wskazania do badania TK klatki piersiowej i śródpiersia

Należą do nich: obecność zmian nowotworowych płuc, opłucnej, przełyku, serca, osierdzia oraz rzadziej pozostałych struktur śródpiersia lub ściany klatki piersiowej (pierwotne i przerzutowe), stany zapalne w obrębie klatki piersiowej, przewlekłe choroby płuc, diagnostyka powiększonych węzłów chłonnych, zatorowość płucna, stan po urazie klatki piersiowej, ocena zmian po radioterapii (fot. 11) [1, 2, 3].

Badanie TK kręgosłupa

Badanie TK kręgosłupa jest najlepszą metodą obrazowania elementów kostnych, najczęściej swoim zasięgiem obejmuje jeden z odcinków kręgosłupa: szyjny, piersiowy lub lędźwiowo-krzyżowy [1, 2]. Umożliwia ono ocenę kręgów, stawów międzykręgowych i kręgowo-żebrowych oraz krążków międzykręgowych.

TK kręgosłupa jest najlepszym narzędziem do wykrywania i oceny złamań oraz zmian zwyrodnieniowo-wytwórczych, pozwala również stwierdzić zmiany nowotworowe i zapalne badanego odcinka kręgosłupa [1, 2]. Dla lepszego uwidocznienia zmian obrazy poddawane są rekonstrukcjom komputerowym. W uzasadnionych klinicznie przypadkach wykonuje się badanie TK kręgosłupa i kanału kręgowego przed i po dożylnym podaniu środka cieniującego [1, 2, 3].

Wskazania do badania TK kręgosłupa

Będą to przede wszystkim: stany po urazie kręgosłupa, podejrzenie obecności złamania patologicznego bez urazu (np. w przebiegu osteoporozy, uogólnionego zaniku kostnego lub choroby nowotworowej), choroba zwyrodnieniowa kręgosłupa, podejrzenie zmian degeneracyjnych krążków międzykręgowych, w tym przede wszystkim diagnostyka dyskopatii, zmiany nowotworowe, zmiany zapalne, wady kręgosłupa (fot. 12) [1, 2].

Badanie TK jamy brzusznej i miednicy

Badanie to pozwala na zobrazowanie narządów jamy brzusznej i miednicy od poziomu przepony do krocza. Wymaga doustnego wypełnienia jelita wodą lub wodnym roztworem środka cieniującego. W niektórych przypadkach wskazane jest również zastosowanie wlewu

doobytniczego wody lub roztworu środka kontrastowego [1, 2]. Ponadto środek cieniujący podawany jest dożylnie w trakcie badania [1, 2].

W zależności od wskazań wykonuje się badanie wielofazowe (skanowanie docelowego narządu w fazie tętniczej, żylniej, wydzielniczej) [1, 2]. Oprócz oceny narządów jamy brzusznej i miednicy badanie pozwala zobrazować również naczynia, węzły chłonne oraz kości i powłoki znajdujące się w zakresie badania.

Wskazania do badania TK jamy brzusznej i miednicy

Należą do nich: zmiany nowotworowe, guzy łagodne, choroby zapalne, kamica pęcherzyka żółciowego i dróg żółciowych, kamica nerek i dróg moczowych, niedrożność przewodu pokarmowego, diagnostyka dolegliwości bólowych brzucha. W medycynie człowieka badanie tomograficzne jest rozstrzygającym co do istoty zmian w trzustce dostrzeżonych podczas rutynowego USG [2]. Kolejne ze wskazań uzasadniających konieczność wykonania tego badania to stan po urazie, ocena przedoperacyjna oraz diagnostyka powikłań po operacjach w zakresie jamy brzusznej (fot. 13) [1, 2].

Badanie TK kości i stawów

Tomografia komputerowa jest doskonałą metodą obrazowania struktur kostnych kończyn, która jednocześnie umożliwia ocenę przyległych tkanek miękkich. Częstym powodem wykonania TK kości lub stawów jest niejednoznaczny wynik badania RTG, konieczność poszerzenia diagnostyki lub wątpliwy obraz kliniczny schorzenia [1, 2]. Badanie zwykle przeprowadzane jest bez wykorzystywania efektu wzmocnienia pokontrastowego, jednak w niektórych przypadkach (np. szerzenie się nacieku nowotworowego z kości na tkanki miękkie) konieczne jest dożylne podanie środka cieniującego [1, 2]. Dla wyraźniejszego zobrazowania zmian wykonywane są komputerowe rekonstrukcje 3D. Dla celów pomiaru długości kości możliwe jest wykonanie jedynie toposkanu, który charakteryzuje się znacznie mniejszą dawką promieniowania RTG w porównaniu z pełnym badaniem TK kości [2].

Wskazania do badania kości i stawów

Pośród nich należy wymienić: diagnostykę guzów złośliwych kości (pierwotnych i przerzutowych), guzów łagodnych oraz malformacji naczyniowych kości, stanów zapalnych kości, stawów i okolicznych tkanek miękkich, chorobę zwyrodnieniową stawów, przewlekłe choroby kości, stan po urazie, wady układu kostnego, ocenę przed- i pooperacyjną (fot. 14, 14a, 14b, 14c) [1, 2].

Badanie TK serca

Badanie to jest nieinwazyjną metodą obrazową, wykorzystującą promieniowanie rentgenowskie. Obecnie najczęściej wykonuje się tomografię wielonarządową, która pozwala uzyskać do 320 równoległych przekrojów badanego narządu podczas jednego obrotu lampy [2]. W jednym z najnowocześniejszych urządzeń czas badania może być skrócony nawet do czasu pojedynczego zatrzymania oddechu [2]. Badanie TK serca wykonuje się w pozycji leżącej po uprzednim wprowadzeniu do żyły cewnika, przez który podaje się środek cieniujący. Pacjent przed badaniem powinien być odpowiednio przygotowany, gdyż od tego zależy możliwość wykonania badania. W dniu badania powinien pozostać na czczo, lecz należy podać mu poranną dawkę leków zgodnie z zaleceniami. Akwizycję przeprowadza się najczęściej w trzech etapach: skanowanie natywne, ocena wskaźnika uwapnienia naczyń wieńcowych, angiografia naczyń wieńcowych [2].

Wskazania do badania TK serca

Są one dość rozległe, szczególnie w medycynie człowieka. Będzie to głównie ocena wskaźnika uwapnienia tętnic wieńcowych w diagnostyce choroby wieńcowej i określenie ryzyka sercowo-naczyniowego u pacjentów z umiarkowanym lub małym ryzykiem choroby wieńcowej. Wykluczenie bądź potwierdzenie choroby wieńcowej u pacjentów z niejednoznacznym lub niediagnostycznym wynikiem testów obciążeniowych (EKG, SPECT, ECHO), z grupy ryzyka wystąpienia choroby wieńcowej, u których nie można wykonać diagnostycznej próby wysiłkowej EKG. Wykluczenie lub potwierdzenie choroby wieńcowej we wstępnej ocenie, u pacjentów z ostrym bólem w klatce piersiowej i o średnim ryzyku wystąpienia choroby wieńcowej, przy prawidłowym stężeniu markerów martwicy mięśnia sercowego i prawidłowym zapisie EKG. Ocena anomalii naczyń wieńcowych i innych naczyń klatki piersiowej, ocena morfologii i funkcji serca u pacjentów z wrodzonymi wadami serca z podejrzeniem anomalii naczyń wieńcowych, wielkich naczyń oraz jam serca i zastawek. Ocena morfologii i funkcji serca u pacjentów z niedawno stwierdzoną niewydolnością serca w celu określenia jej etiologii. Ocena morfologii struktur wewnątrz- i zewnątrzsercowych: diagnostyka nowotworów i skrzeplin zewnątrzsercowych, zwłaszcza u pacjentów z niejednoznacznym obrazem w TTE lub CMR. Ocena przestrzeni okołosercowej pod kątem zmian naciekowych, zapalenia osierdza, powikłań po zabiegach kardiochirurgicznych. Pacjenci, u których wykonanie badania MR, TTE, TEE jest technicznie trudne lub niemożliwe, a u których należy ocenić anatomię żył płucnych przed zabiegiem ablacji RF migotania przedsionków, zobrazować żyły serca przed implantacją dwukomorowych rozruszników, obrazować tętnice wieńcowe i klatkę piersiową (m.in. tętnice piersiowe wewnętrzne) jako planowanie rewaskularyzacji zabiegów kardiochirurgicznych, obrazowanie aorty i

naczyń płucnych jako element diagnostyki tętniaków i rozwarstwień ściany aorty piersiowej, diagnostyka zatorowości płucnej, stan po urazie, podejrzenie obecności ciała obcego (fot. 15) [1, 2].

Angiografia TK

Badanie angio-TK służy obrazowaniu naczyń w interesującym nas obszarze. Możliwe jest wykonanie angio-TK tętnic wewnątrzczaszkowych, tętnic szyjnych i kręgowych, aorty piersiowej, brzusznej wraz z odgałęzieniami oraz tętnic kończyn [1, 2, 3]. Badanie wykonywane jest po dożylnym podaniu środka cieniującego, a przeprowadzone rekonstrukcje komputerowe pozwalają dokładnie zobrazować przebieg naczyń i ich patologie, a w przypadku diagnostyki tętniaków wskazać ich dokładną lokalizację i dokonać pomiaru.

Angio-TK tętnic płucnych jest badaniem z wyboru w podejrzeniu zatorowości płucnej, natomiast angio-TK tętnic wieńcowych może być alternatywą dla inwazyjnej koronarografii [1, 2, 3]. Angio-TK to badanie szybkie i nieinwazyjne, związane jednak z wysoką dawką promieniowania i dużą ilością dożylnie podanego środka kontrastowego, co należy wziąć pod uwagę zarówno ze względu na bezpieczeństwo radiologiczne pacjenta, jak i ze względu na stronę finansową tego przedsięwzięcia [1, 2].

Wskazania do badania angio-TK

Będą to przede wszystkim: podejrzenie obecności tętniaków, krwotoku wewnątrzczaszkowego, malformacji naczyńiowych, podejrzenie zwężenia lub niedrożności tętnic (w tym zatorowość płucna), ocena przed i po protezowaniu naczyń, zmiany miażdżycowe tętnic, stan po urazie (fot. 16, 17, 18) [1, 2, 3].

Kolonografia TK (wirtualna kolonografia)

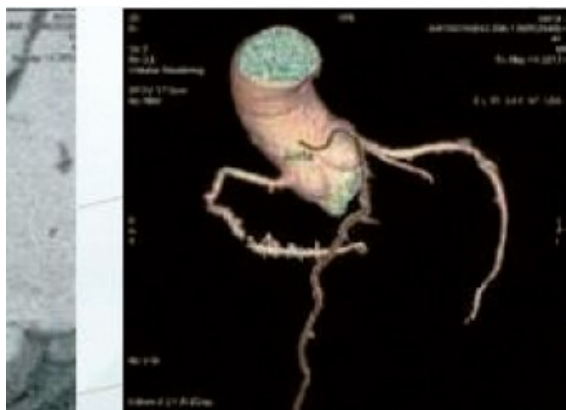
Badanie to służy do zobrazowania światła i ścian jelita grubego na podstawie rekonstrukcji trójwymiarowej obrazów uzyskanych podczas skanowania. Wymaga identycznego przygotowania pacjenta jak do klasycznej kolonoskopii (oczyszczenie jelita grubego z resztek pokarmowych), wypełnienia jelita powietrzem, a następnie uzyskania obrazów pacjenta leżącego na grzbiecie i na brzuchu.

Kolonografia TK umożliwia wykrycie i lokalizację zwężeń, polipów lub guzów, a także innych zmian dotyczących jelita, przy jednoczesnej możliwości oceny pozostałych narządów jamy brzusznej. Badanie to jest szczególnie przydatne u pacjentów z odcinkowym zwężeniem

określności, które uniemożliwiają przejście endoskopu lub grozi perforacją [1, 2]. Metoda ta może być również stosowana jako badanie przesiewowe u pacjentów z rodzinie występującymi zespołami polipowatości jelit [2].

Wskazania do kolonografii TK

Należą do nich: guzy jelita grubego, badanie przesiewowe w podejrzeniu raka jelita grubego oraz polipowatości jelita grubego, zwężenie okrężnicy uniemożliwiające przejście kolonoskopu (naciek nowotworowy, zwężenie pooperacyjne), podwyższone ryzyko perforacji okrężnicy (np. po radioterapii), ostra faza wrzodziejącego zapalenia jelita grubego, choroby Leśniowskiego-Crohna, zapalenia uchyłków (fot. 19) [1, 2].



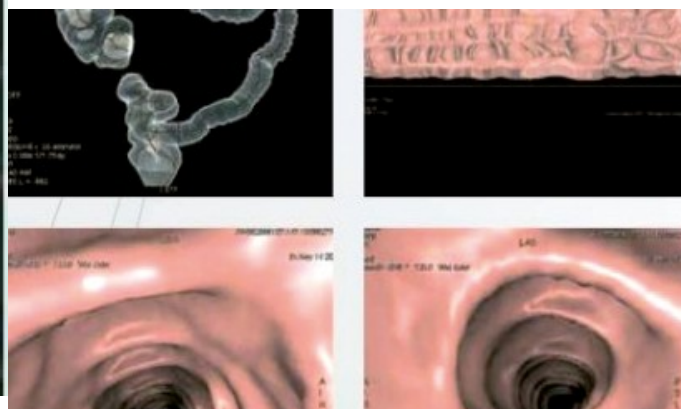
Fot. 16. Badanie angio-TK naczyń człowieka.



Fot. 17. Badanie angio-TK naczyń człowieka.

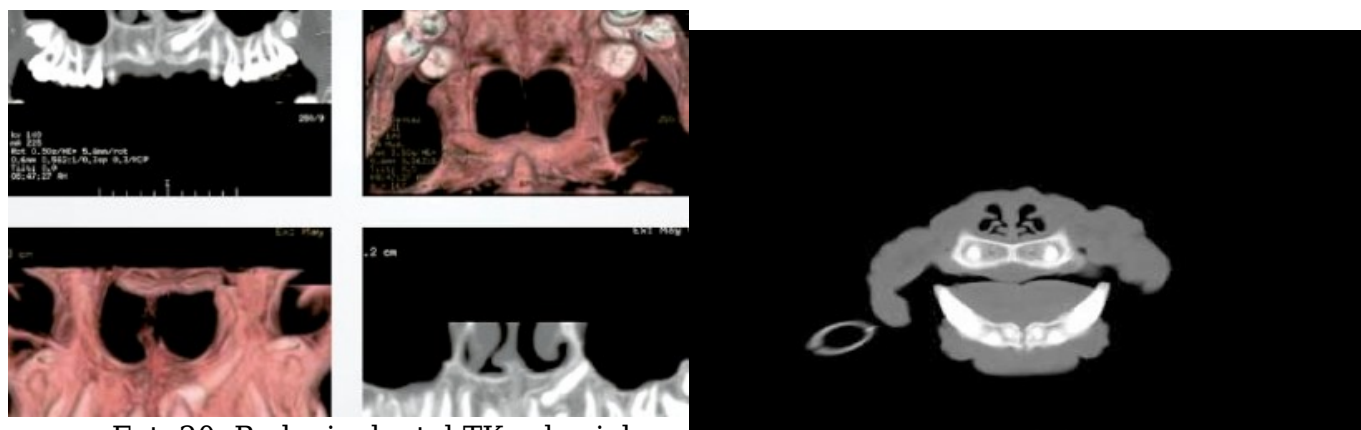


Fot. 18. Badanie angio-TK naczyń człowieka. Widoczny tętniak aorty.



Fot. 19. Wirtualna kolonoskopia

człowieka z krwawieniem z przewodu pokarmowego.



Fot. 20. Badanie dental TK człowieka.

Fot. 20a. Okno kostne - badanie dental TK psa przed planowanym założeniem aparatu ortodontycznego. Obraz przed rekonstrukcją 3D.

Dental TK

Badanie to daje nam możliwość doskonałego zobrazowania struktur szczęki i żuchwy w sposób odpowiedni dla celów implantologii, ale również endodoncji, chirurgii szczękowej, ortodoncji oraz periodontologii. Obrazy uzyskane dzięki zastosowaniu tomografii komputerowej pozwalają na wykonanie rzeczywistych, precyzyjnych pomiarów struktur anatomicznych trzewioczaszki. Lekarz radiolog może dokonać dokładnego pomiaru wysokości i grubości struktur kostnych w zakresie wyrostków zębodołowych szczęki i żuchwy, a także ocenić stan ich skostnienia i uwapnienia. Otrzymane w wyniku badania tomogramy pokazują interesujące lekarza radiologa fragmenty w skali 1 : 1, a zaletą ich jest to, że obraz nie jest zniekształcony, jak to się dzieje w przypadku panoramicznych zdjęć RTG. Na indywidualne życzenie, w dowolnym czasie po zakończeniu badania dental TK możliwe jest wykonanie przestrzennej komputerowej rekonstrukcji 3D struktur trzewioczaszki oraz anatomicznych przekrojów w każdej dowolnie wybranej płaszczyźnie.

Badanie z opcją dental TK jest szybkie (trwa zwykle 15 minut) [2] i bezpieczne dla pacjenta (w trakcie badania komputer dobiera minimalną, konieczną dawkę promieniowania

jonizującego) [2].

Wskazania do dental TK

Implantologia, endodoncja, chirurgia szczękowa, ortodoncja, periodontologia [1, 2] (fot. 20, 20a).

Piśmiennictwo:

1. Thrall D.: *Textbook of veterinary diagnostic radiology*. College of Veterinary Medicine, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, Saunders Elsevier, 5th Edition, 2007.
2. Walecki J., Ziemiański A.: *Rezonans magnetyczny i tomografia komputerowa w praktyce klinicznej*. Springer PWN, wyd. I, 1997.
3. Nelson R.W.: *Manual of Small Animal Internal Medicine*. Elsevier Inc. wyd. II, 2005.

Autorzy:

lek. wet. Krzysztof Podhorec, lek. wet. Marta Pacewicz, Prywatne Centrum Kształcenia Zawodowego, Warszawa

lek. wet. Natalia Grabda, lek. wet. Oliwier Teodorowski, lek. wet. Piotr Teodorowski, Klinika Weterynaryjna Teodorowscy, Mikołów

Zdjęcia:

Z zasobów autorów

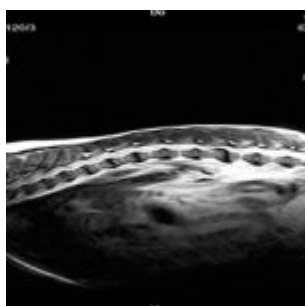
Streszczenie:

Tomografia komputerowa odgrywa istotną rolę w diagnostyce obrazowej, konkurując z rezonansem magnetycznym i ultrasonografią. Należy do metod obiektywnych i powtarzalnych. Dobrze odzwierciedla anatomie i topografię narządów, a także poszczególne patologie z dokładnością zbliżoną do makroskopowych badań anatomopatologicznych. Dzięki temu jest metodą powszechnie akceptowaną przez lekarzy niebędących radiologami. Pozwala określić zarysy, wielkość i strukturę wewnętrzną większości narządów miękkich.

Słowa kluczowe:

tomografia komputerowa, wskazania, przeciwwskazania, radiologia, diagnostyka obrazowa, medycyna weterynaryjna, weterynaria.

Promowane



- [Wskazania oraz przeciwwskazania do wykonywania badania metodą rezonansu magnetycznego](#)



- [5-dniowa szkoła kardiologii z PerfectVet](#)



- [IV Międzynarodowa Konferencja Radiologiczno-Chirurgiczna](#)



- [Diagnostyka ultrasonograficzna chorób trzustki u psów i kotów -](#)

[cz. I](#)



KONKURS

- [KONKURS #weterynarianews](#)