

Rycina 14.9. Badanie TK po dożylnym podaniu środka cieniującego, faza angiograficzna, rekonstrukcja wzdłuż osi naczynia. Kontrola po leczeniu tętniaka aorty piersiowo-brzuszej (implantacja stentu kierującego przepływ). Przesiąkanie krwi cieniującej do worka tętniaka, „przerysowany” obraz metalowych implantów na skutek uśrednienia pochłaniania promieniowania w objętości woksela akwizycyjnego w stencji.

dyfuzji wody możliwe jest obrazowanie przebiegu włókien nerwowych, czyli traktografia.

W diagnostyce zabiegowej MRI jest najbardziej przydatny w ocenie ośrodkowego układu nerwowego (metoda referencyjna oceny guzów mózgu i rdzenia). Rośnie znaczenie rezonansu magnetycznego w ortopedii i traumatologii, zwłaszcza w diagnostyce aparatu więzadłowego, guzów tkanek miękkich i guzów kości, w diagnostyce chorób wątroby i trzustki, a także w kardiochirurgii.

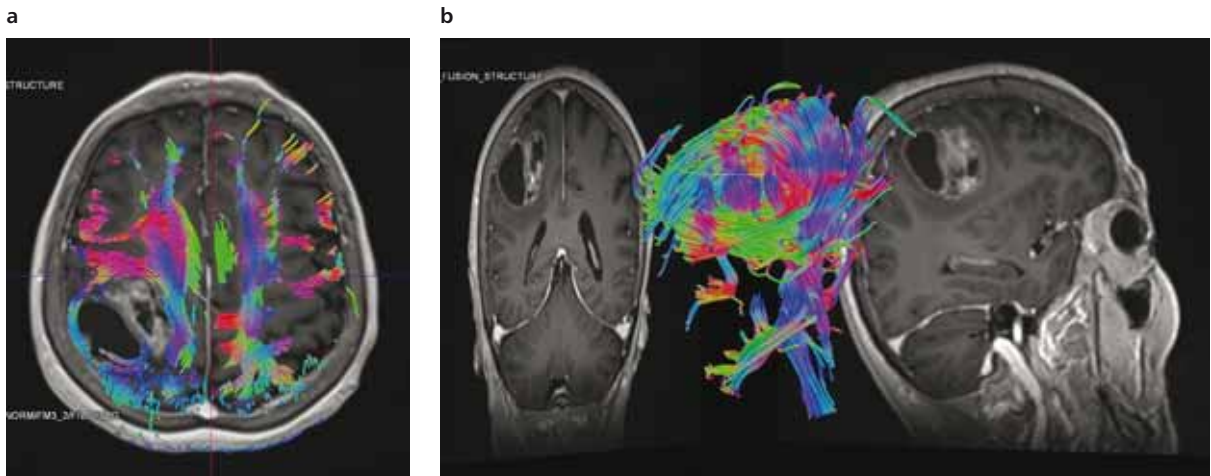
Ocena przedoperacyjna w ginekologii onkologicznej i proktologii jest również w dużej mierze oparta na MRI. Badanie z zastosowaniem środka kontrastowego pozwala na lokalizację niepalpacyjnych raków sutka u kobiet z predyspozycją genetyczną.

Do podstawowych ograniczeń rezonansu magnetycznego należą: długi czas badania, co jest trudno akceptowane przez pacjentów, oraz artefakty ruchowe i artefakty wywołane obecnością implantów metalowych (w najnowszych aparatach ograniczenia te są konsekwentnie redukowane). Koszt badania także jest wysoki, a dostępność pozostaje ograniczona. Konieczność zastosowania środków cieniujących podnosi koszt i wydłuża czas badania.

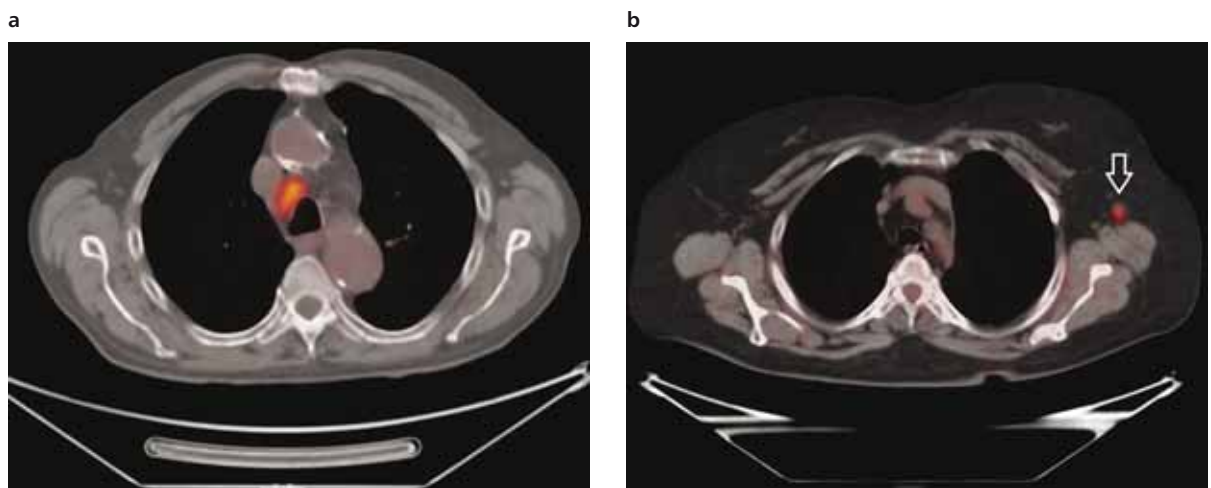
#### 14.5. Obrazowanie hybrydowe

Obrazowanie hybrydowe przez wiele lat było kojarzone z badaniami radioizotopowymi. Stanowi ono wartościowe uzupełnienie diagnostyki narządowej, zwłaszcza w chirurgii onkologicznej. Izotopy o krótkim okresie rozpadu wprowadzane do organizmu pacjenta kumulują się w ogniskach chorobowych, stając się źródłem promieniowania, które jest rejestrowane przez detektory aparatu. Do technik radioizotopowych należą: pozytonowa tomografia emisyjna (*positron emission tomography*, PET) i tomografia emisyjna pojedynczego fotonu (*single photon emission-computed tomography*, SPECT). Stosowane w SPECT radioizotopy, najczęściej technet ( $^{99m}\text{Tc}$ ), jod ( $^{131}\text{I}$  lub  $^{132}\text{I}$ ) oraz tal ( $^{201}\text{Tl}$ ), emitują promieniowanie  $\gamma$ . W pozytonowej tomografii emisyjnej (PET) źródłem promieniowania jest anihilacja elektronów i pozytonów emitowanych przez izotopy fluoru ( $^{18}\text{F}$ ), tlenu ( $^{15}\text{O}$ ) i węgla ( $^{11}\text{C}$ ). Zmienione chorobowo tkanki charakteryzuje najczęściej zwiększony metabolizm, co jest związane z intensywnym gromadzeniem znacznika. Badanie SPECT cechuje wysoka czułość, a jednocześnie niska rozdzielczość przestrzenna obrazu. W badaniu PET rozdzielczość jest nieco wyższa, ale lokalizacja zmian pozostaje nieprecyzyjna. Dlatego badania te są realizowane z zastosowaniem systemów hybrydowych lub oprogramowania pozwalającego na wtórną fuzję uzyskanych obrazów (TK lub MRI), co stanowi morfologiczne tło prezentowanych zmian chorobowych wykazanych w badaniach radioizotopowych.

Obie metody są uznawane za mało inwazyjne (narażenie na promieniowanie jest znikome: w badaniu PET pacjent otrzymuje dawkę równoważną 10 mSv). Ich ograniczeniem jest natomiast mała dostępność i wysoki koszt badań, zwłaszcza badań PET (konieczny jest dostęp do cyklotronu produkującego radioizotopy o szybko zanikającej aktywności).



**Rycina 14.10.** Badanie MRI, torbielowaty glejak mózgu prawego płata ciemieniowego: **a** – traktografia, obrazowanie przebiegu włókien nerwowych w sąsiedztwie guza na podstawie oceny dyfuzji cząsteczek wody. Kierunek przebiegu włókien w trzech osiach jest kodowany kolorem; **b** – obrazowanie przestrzenne przebiegu włókien nerwowych w istocie białej umożliwia planowanie zabiegu z ominięciem dróg nerwowych i ograniczenie ubytków neurologicznych po zabiegu.



**Rycina 14.11.** Obrazowanie hybrydowe PET-TK, przerzut raka płuca do węzła chłonnego: **a** – widoczne intensywne gromadzenie znacznika w obrębie zmiany; **b** – identyfikacja przerzutu jedynie na podstawie kryteriów morfologicznych jest niezwykle trudna (strzałka).

Wśród wskazań do PET i SPECT wymienia się ocenę rozległości nowotworu, w tym przede wszystkim występowania odległych przerzutów oraz ogólnoustrojowego zaawansowania nowotworów, a także monitorowanie efektów leczenia. Badania SPECT są wykorzystywane

w diagnostyce guzów tarczycy, płuc, mózgu, wątroby i węzłów chłonnych. Badanie PET z powodu wysokich kosztów jest stosowany jedynie w wybranych nowotworach. Mimo dużej czułości nie jest metodą podstawową w badaniach gruczołu piersiowego, ponieważ wyniki USG