

Anna Kuśmierska¹

Paweł Gać¹

Marcin Szymański²

Mariusz Bienias¹

Irena Plucińska¹

Wojciech Wodziszawski²

Przemysław Jaźwiec¹

WIELOGNISKOWA, KOSTNA MANIFESTACJA CHOROBY DEKOMPRESYJNEJ U ZAWODOWEGO PILOTA – OPIS PRZYPADKU

MULTIFOCAL, BONE MANIFESTATION OF DECOMPRESSION SICKNESS
IN A PROFESSIONAL PILOT: A CASE REPORT

¹ 4. Wojskowy Szpital Kliniczny, Wrocław / 4th Military Hospital, Wrocław, Poland
Zakład Radiologii Lekarskiej i Diagnostyki Obrazowej / Department of Clinical Radiology and Imaging Diagnostics

² 4. Wojskowy Szpital Kliniczny, Wrocław / 4th Military Hospital, Wrocław, Poland
Klinika Ortopedii i Traumatologii Narządów Ruchu / Clinic of Orthopedic and Traumatologic Surgery

STRESZCZENIE

Choroba dekompresyjna stanowi zespół procesów patologicznych, które zachodzą w organizmie człowieka wskutek narażenia na zbyt szybko obniżające się ciśnienie atmosferyczne. W pracy przedstawiono przypadek 62-letniego pacjenta bez istotnej przeszłości chorobowej, wieloletniego wojskowego pilota zawodowego, u którego w trakcie diagnostyki uszkodzenia stawu kolanowego prawego, będącego następstwem urazu skrętnego, rozpoznano wielogniskową, kostną manifestację choroby dekompresyjnej. Prezentowany przypadek ma zwrócić uwagę na przydatność wywiadu zawodowego w diagnostyce chorób układu kostno-stawowego. Med. Pr. 2013;64(2):273–279

Słowa kluczowe: choroba dekompresyjna, układ kostno-mięśniowy, pilot

ABSTRACT

Decompression sickness is a group of pathological processes occurring in the body, following its exposure to an excessive drop in atmospheric pressure. The paper presents a case of a 62-year-old patient with no substantial disease history, a long-standing professional military pilot who was diagnosed with multifocal, bone manifestation of decompression sickness during the diagnosis of right knee joint injury following a torsion injury. The case was presented to draw attention to the usefulness of occupational history in the process of diagnosing osteoarticular system diseases. Med Pr 2013;64(2):273–279

Key words: decompression sickness, musculoskeletal system, pilot

Adres 1. autorki: Zakład Radiologii Lekarskiej i Diagnostyki Obrazowej, 4. Wojskowy Szpital Kliniczny z Polikliniką, ul. Weigla 5, 50-981 Wrocław, e-mail: annakusmierska@op.pl
Nadesłano: 14 grudnia 2012, zatwierdzono: 1 lutego 2013

WPROWADZENIE

W Międzynarodowej Statystycznej Klasyfikacji Chorób i Problemów Zdrowotnych ICD-10 (International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems), opracowanej przez Światową Organizację Zdrowia (World Health Organization – WHO) i obowiązującej w Polsce od 1996 roku, chorobę dekompresyjną (chorobę kesonową) umieszczono w grupie „Urazy, za-

trucia i inne określone skutki działania czynników zewnętrznych” i oznaczono numerem T70.3 (1) (tab. 1).

Choroba dekompresyjna z definicji stanowi zespół procesów patologicznych zachodzących w organizmie człowieka wskutek narażenia na zbyt szybko obniżające się ciśnienie atmosferyczne (2). Choroba dotyczy może jedynie osób, które narażone są na duże, gwałtowne zmiany ciśnienia, a więc nurków stosujących nieprawidłową technikę wynurzania, pilotów samolotów

Tabela 1. Choroba dekompresyjna w Międzynarodowej Statystycznej Klasyfikacji Chorób i Problemów Zdrowotnych ICD-10 (1)
Table 1. Decompression sickness in International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems ICD-10 (1)

Numer w ICD-10 ICD-10 number	Jednostki chorobowe Disease entities
S00-T98	Urazy, zatrucia i inne określone skutki działania czynników zewnętrznych / Injury, poisoning and certain other consequences of external causes
T66-T78	Inne i nieokreślone skutki działania czynników zewnętrznych / Other and unspecified effects of external causes
T70	Skutki działania ciśnienia powietrza i wody / Effects of air pressure and water pressure
T70.0	Uraz uszu wskutek działania zmian ciśnienia (barotrauma) / Otitic barotrauma
T70.1	Uraz zatok wskutek działania zmian ciśnienia (barotrauma) / Sinus barotrauma
T70.2	Inne i nieokreślone skutki dużych wysokości / Other and unspecified effects of high altitude
T70.3	Choroba dekompresyjna (kesonowa) / Decompression sickness (caisson disease)
T70.4	Skutek działania płynów pod wysokim ciśnieniem / Effects of high-pressure fluids
T70.8	Inne skutki ciśnienia powietrza i wody / Other effects of air pressure and water pressure
T70.9	Skutek ciśnienia powietrza i wody, nieokreślony / Effect of air pressure and water pressure, unspecified

wznoszących się z dużymi prędkościami oraz pracowników kesonów (3).

Czynnik sprawczy objawów choroby dekompresyjnej stanowią pęcherzyki gazu (azotu) powstające w tkankach i płynach ustrojowych organizmu w trakcie spadku ciśnienia otoczenia. Zgodnie bowiem z prawem Henry'ego zmniejszenie ciśnienia gazu znajdującego się nad poziomem płynu skutkuje zmniejszeniem ilości gazu rozpuszczonego w płynie, a w konsekwencji – wydzielaniem się w płynie pęcherzyków wolnego gazu (4). Zbyt szybkie obniżanie się ciśnienia otoczenia w przypadku organizmów żywych powoduje, przekraczając zdolność usuwania wolnego gazu na drodze dyfuzji, wydzielanie się w tkankach i płynach ustrojowych pęcherzyków azotu, odpowiednio nazwanych pęcherzykami zewnątrznaczyniowymi i wewnątrznaczyniowymi (5).

Objawy choroby dekompresyjnej wynikają zarówno z bezpośredniego, jak i pośredniego działania na organizm tworzących się pęcherzyków azotu. Za bezpośredni patomechanizm choroby dekompresyjnej uznaje się wywoływanie przez pęcherzyki azotu zatorów żylnych bądź tętniczych, a za patomechanizmy pośrednie przyjmuje się aktywację przez pęcherzyki azotu mediatorów zapalnych oraz enzymów proteolitycznych, skutkujących gwałtowną reakcją zapalną w obrębie tkanek (6).

Wśród objawów choroby dekompresyjnej wymienia się najczęściej objawy kostno-stawowe, skórne, płucne, sercowe i neurologiczne (7). Typ I choroby dekompresyjnej (najczęściej z dyskretnymi objawami subiektywnymi) powiązано z wydzielaniem się zewnątrzna-

czyniowych pęcherzyków azotu. Dla tego typu choroby dekompresyjnej typowe są objawy kostno-stawowe (dyskretnie dolegliwości bólowe w obrębie dużych stawów) oraz niespecyficzne objawy skórne (świąd, zaczerwienienie, marmurkowatość skóry) (8).

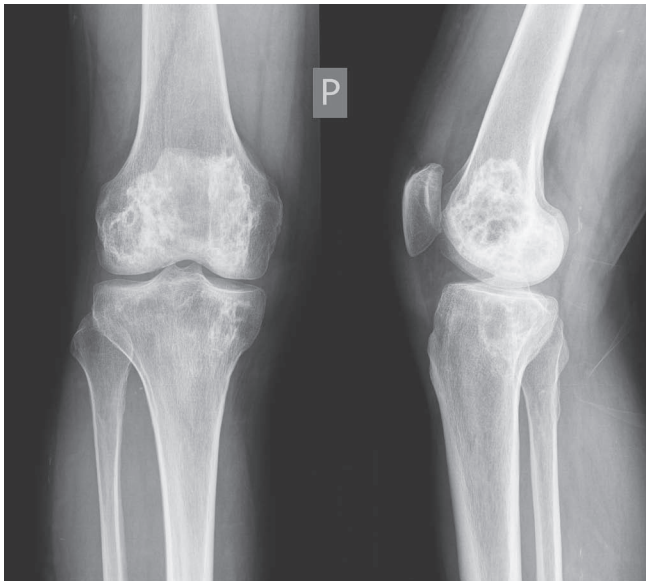
Za wystąpienie typu II choroby dekompresyjnej (cięższe przypadki wymagające zazwyczaj pomocy medycznej) odpowiada wydzielanie się wewnątrznaczyniowych pęcherzyków azotu. W postaci krążeniowo-oddechowej typu II choroby dominują spłycenie oddechu, duszność, objawy zatorowości płuc, bóle stenokardialne, zaburzenia rytmu serca, objawy przełomu nadciśnieniowego, a nawet wstrząs kardiogeny. Z kolei w postaci neurologicznej na pierwszy plan wysuwają się objawy uszkodzenia rdzenia kręgowego (osłabienie siły mięśniowej lub porażenie kończyn, zaburzenia czucia, porażenie zwieraczy) lub objawy uszkodzenia mózgu (zaburzenia osobowości, afazje, objawy ogniskowe, zaburzenia oddechu i krążenia) (5).

OPIS PRZYPADKU

Sześćdziesięciodwuletni pacjent bez istotnej przeszłości chorobowej, wieloletni wojskowy pilot zawodowy, został przyjęty na Kliniczny Oddział Ortopedii 4. Wojskowego Szpitala Klinicznego we Wrocławiu celem poszerzenia diagnostyki uszkodzenia stawu kolanowego prawego, który był następstwem urazu skrętnego około 10 dni przed hospitalizacją. Bezpośrednio po wystąpieniu urazu w badaniu fizykalnym w ramach ostrego

dyżuru ortopedycznego stwierdzono, oprócz dolegliwości bólowych, znaczny obrzęk prawego stawu kolanowego.

Na radiogramach stawu kolanowego w projekcjach przednio-tylnej (anterior-posterior projection – AP) i bocznej nie uwidoczniiono uchwytnych zmian urazowych części kostnych stawu (fot. 1). Obraz zmian sugerował uszkodzenie tkanek miękkich prawego stawu kolanowego. Dalszej diagnostyki w trybie planowym wymagały natomiast stwierdzone w tym samym badaniu rentgenowskim zmiany w obrębie nasady dalszej prawej kości udowej i nasady bliższej prawej kości piszczelowej, opisywane jako niejednorodne obszary przebudowy kostnej z przewagą zagęszczeń o średnicy dla kości udowej i kości piszczelowej odpowiednio: ok. 6,5 cm i ok. 3 cm (fot. 1).



Fot. 1. Radiogram prawego stawu kolanowego w projekcjach przednio-tylnej i bocznej wykonany w trybie ostrodyżurowym bezpośrednio po urazie

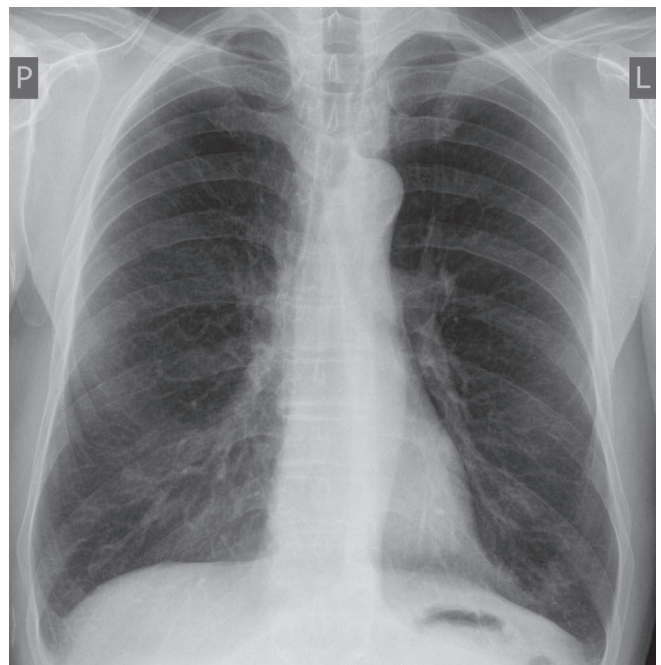
Photo 1. A radiograph of the right knee joint in the anterior-posterior and lateral projections performed on an emergency basis immediately after the injury

W wywiadzie chorobowym zebrany przy przyjęciu do szpitala pacjent nie podawał przebytych chorób układu kostno-stawowego, nie zgłaszał też innych istotnych chorób czy zabiegów operacyjnych. W przeszłości, 10 lat przed obecną chorobą, przeżył jedynie zabieg appendektomii. W badaniu przedmiotowym ogólnym przeprowadzonym w chwili przyjęcia na oddział nie wykazano istotnych zmian patologicznych. W badaniu ortopedycznym stwierdzono natomiast niewielkiego stopnia wysięk w prawym stawie kolanowym, obniżo-

ną zwartość stawu z dodatnim objawem szufladkowym, dodatkowo testy kompresyjno-rotacyjne dla łąkotki przyśrodkowej oraz pełny zakres ruchomości stawu z utrzymującą się bolesnością w położeniach maksymalnych.

W przyjętym planie postępowania znalazły się kwalifikacja do zabiegu artroskopii prawego stawu kolanowego, przeprowadzenie zabiegu, usprawnienie pooperacyjne oraz wypis z zaleceniami dotyczącymi dalszej terapii. Ponadto zaplanowano rozszerzenie diagnostyki obszarów przebudowy kostnej w obrębie nasad kości udowej i piszczelowej opisywanych uprzednio w badaniu rentgenowskim stawu kolanowego prawego.

W przeprowadzonych w ramach kwalifikacji do zabiegu badaniach laboratoryjnych nie wykazano istotnych odchyień od normy w aspekcie morfologii i biochemii krwi oraz badania ogólnego moczu. W elektrokardiogramie obserwowano rytm zatokowy, akcję serca miarową: ok. 76/min. W badaniu rentgenowskim klatki piersiowej w projekcji tylnoprzodnej (posterior-anterior projection – PA) poza zrostami w kątach przeponowo-żebrowych, wydłużeniem łuku aorty i obecnością blaszek miażdżycowych w łuku aorty nie wykazano istotnych zmian radiologicznych (fot. 2). Uzyskane wyniki badań dodatkowych umożliwiły pozytywną kwalifikację chorego do zabiegu artroskopii prawego stawu kolanowego.



Fot. 2. Radiogram klatki piersiowej w projekcji tylnoprzodnej wykonany w trybie planowym w ramach kwalifikacji do zabiegu operacyjnego

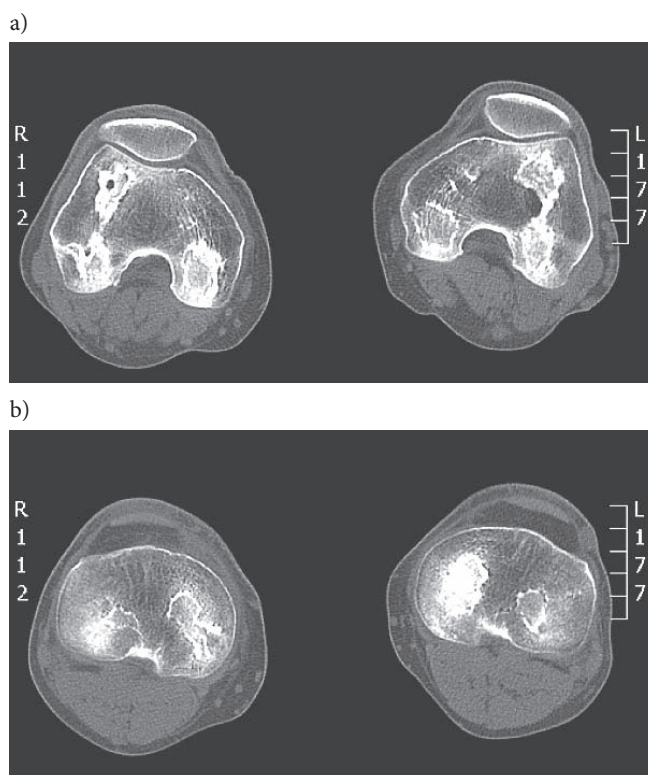
Photo 2. A chest radiograph in the posterior-anterior projection performed on a planned basis, as a part of the qualification for surgery

W wykonanej artroskopii stawu kolanowego prawego z dojscia przednio-bocznego stwierdzono: zmiany chondromalacyjne I stopnia powierzchni stawowych piszczeli i uda oraz oderwanie i zwichnięcie rogu tylnego łątki przyśrodkowej. Pozostałe struktury wewnątrzstawowe nie wykazywały odchyień od stanu prawidłowego. Na podstawie wykonanej artroskopii ustalono rozpoznanie zasadnicze w postaci pourazowego zastarzałego uszkodzenia łątki przyśrodkowej prawego stawu kolanowego. Zastosowano standardowe leczenie w postaci usunięcia oderwanej 1/2 tylnej części łątki przyśrodkowej techniką artroskopową, płukania stawu kolanowego oraz pozostawienia w jamie stawu drenu. Leczenie śródoperacyjne i pooperacyjne przebiegało bez powikłań, a po zabiegu rozpoczęto rehabilitację.

Zastosowane leczenie i rehabilitacja umożliwiły wypisanie pacjenta z oddziału po 9 dniach hospitalizacji w stanie ogólnym i miejscowym dobrym z zaleceniami: wykonywania ćwiczeń rehabilitacyjnych według wyuczonego schematu, chodzenia o kulach łokciowych z odciążeniem operowanej kończyny przez okres 3 tygodni, zmiany opatrunków spirytusowych co 2. dzień i zgłoszenia się do zdjęcia szwów w 10. dobie po zabiegu, przeciwobrzękowego układania kończyny, stosowania doraźnego leków przeciwbólowych, stosowania Clexane 0,04 raz dziennie po jednej ampułce podskórnie przez okres 14 dni oraz zgłoszenia się do kontroli ambulatoryjnej na oddziale po 3 tygodniach od dnia wypisu.

Równolegle do diagnostyki i leczenia uszkodzenia pourazowego tkanek miękkich prawego stawu kolanowego przeprowadzono uzupełnienie diagnostyki zmian kostnych w obrębie nasad kości udowej i piszczelowej opisywanych na radiogramach stawu kolanowego prawego wykonanych w trybie ostrodyżurowym bezpośrednio po urazie (fot. 1). W wykonanym badaniu tomografii komputerowej obu stawów kolanowych stwierdzono symetryczne – widoczne w obrębie nasad dalszych obu kości udowych oraz nasad bliższych obu kości piszczelowych – rozległe obszary zagęszczającej przebudowy kostnej z obwodowo zlokalizowanymi zwapnieniami. Obserwowane zmiany były nieco bardziej nasilone w obrębie lewego stawu kolanowego. Nie obserwowano cech destrukcji kostnej, a także odczynów okostnowych (fot. 3).

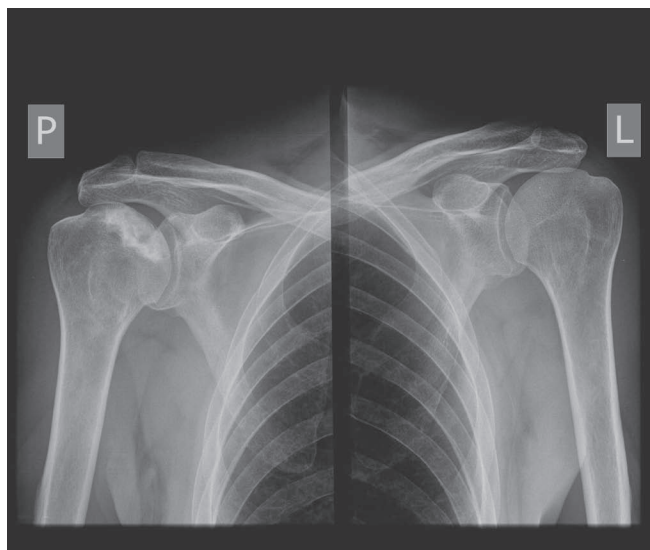
Całość uzyskanego obrazu, symetryczne rozmieszczenie zmian oraz wywiad zawodowy obejmujący pracę w lotnictwie umożliwiły postawienie rozpoznania choroby dekompresyjnej ze zwapniałymi zawałami śródszpikowymi części kostnych obu stawów kolanowych. W dalszym etapie diagnostyki zlecono badania



Fot. 3. Badanie tomografii komputerowej stawów kolanowych wykonane w trybie planowym w ramach rozszerzenia diagnostyki zmian opisywanych na radiogramie prawego stawu kolanowego wykonanym w trybie ostrodyżurowym bezpośrednio po urazie – a) projekcja osiowa na poziomie kłykci kości udowych, b) projekcja osiowa na poziomie kłykci kości piszczelowych
Photo 3. A computed tomography scan of the knee joints performed on a planned basis, as a part of broadening the diagnostic process of lesions described in the right knee radiograph, performed on an emergency basis immediately after the injury – a) the axial projection at the level of the femoral condyles, b) the axial projection at the level of the tibial condyles

rentgenowskie pozostałych dużych stawów. Na porównawczym radiogramie stawów barkowych stwierdzono w zakresie głowy kości ramiennej prawej obszar przebudowy kostnej z przewagą ognisk sklerotyzacji. Nie stwierdzono zwężenia szpary stawu ani cech destrukcji kostnej i odczynów okostnowych. Poza tym w uwidocznionych częściach kostnych stawów barkowych nie obserwowano istotnych zmian radiologicznych (fot. 4).

Obraz zmian umożliwił rozpoznanie martwicy jałowej głowy prawej kości ramiennej. Na radiogramie miednicy w projekcji AP opisano pasmowate obszary mieszanej przebudowy struktury kostnej pod postacią ognisk sklerotyzacji i rozrzedzeń w zakresie głów kości udowych, wyraźnie bardziej nasilone w obrębie lewego stawu biodrowego. Również w tym badaniu nie stwierdzono odczynów okostnowych ani cech destrukcji kostnej (fot. 5).



Fot. 4. Radiogram porównawczy stawów barkowych wykonany w trybie planowym w ramach rozszerzenia diagnostyki choroby dekompresyjnej

Photo 4. A comparative shoulder joint radiograph performed on a planned basis, as a part of broadening the diagnostic process of the decompression sickness



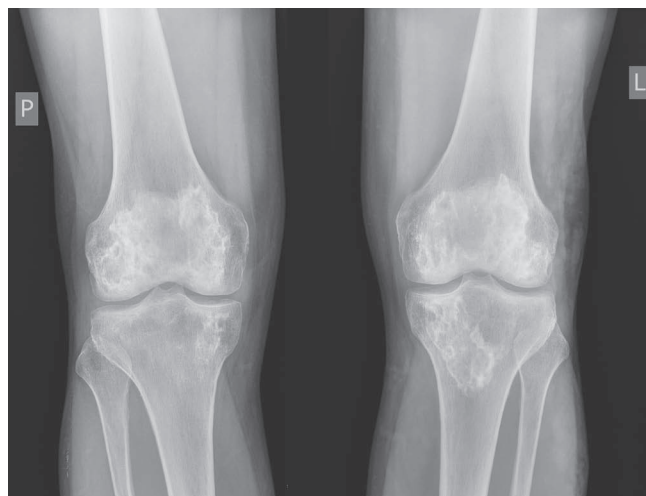
Fot. 5. Radiogram miednicy w projekcji przednio-tylnej wykonany w trybie planowym w ramach rozszerzenia diagnostyki choroby dekompresyjnej

Photo 5. A pelvic radiograph in the anterior-posterior projection performed on a planned basis, as a part of broadening the diagnostic process of the decompression sickness

Obraz zmian w obrębie stawów biodrowych umożliwił rozpoznanie obustronnej martwicy jałowej głowy kości udowej. Całość obrazu (zwapniałe zawały śródspikowe w zakresie części kostnych stawów kolanych, martwica jałowa głowy prawej kości ramiennej i obustronna martwica głowy kości udowej) oraz cha-

rakter pracy zawodowej pacjenta (lotnictwo) pozwolił na postawienie ostatecznego rozpoznania dodatkowo: wielogniskowej, kostnej manifestacji choroby dekompresyjnej w obrębie części kostnych dużych stawów, tj. stawów kolanych, biodrowych i ramiennych.

W przeprowadzonym 6 miesięcy po ustaleniu rozpoznania choroby dekompresyjnej kontrolnym, porównawczym badaniu rentgenowskim stawów kolanych nie wykazano istotnych zmian w stosunku do obrazu uzyskanego w trakcie hospitalizacji, co potwierdziło trafność postawionego rozpoznania (fot. 6).



Fot. 6. Kontrolny, porównawczy radiogram stawów kolanych wykonany w trybie planowym 6 miesięcy po ustaleniu rozpoznania choroby dekompresyjnej

Photo 6. A check-up, comparative knee joint radiograph, performed on a planned basis, 6 months after the diagnosis of decompression sickness

OMÓWIENIE

Przedstawiony w omawianej pracy przypadek kliniczny stanowi modelowy przykład rozpoznania choroby dekompresyjnej typu I z objawami kostnymi. Jak wspomniano we wstępie, typ I choroby dekompresyjnej charakteryzuje się najczęściej dyskretnymi objawami subiektywnymi w zakresie układu kostno-stawowego (przejściowe dolegliwości bólowe o niewielkim nasileniu w obrębie dużych stawów) oraz niespecyficznymi objawami skórnymi (świąd, zaczerwienienie, marmurkowatość skóry) (7). W związku z niewielką uciążliwością, a także brakiem objawów w badaniach obrazowych w ostrym okresie choroby, ten typ choroby dekompresyjnej rozpoznawany bywa najczęściej przypadkowo wiele miesięcy lub lat po zadziałaniu czynnika sprawczego.

Zgodnie z obecnym stanem wiedzy najbardziej podatne na działanie pęcherzyków azotu wydzielających się w organizmie człowieka w trakcie gwałtownego spadku ciśnienia otoczenia są tkanki słabo ukrwione, w których najdłużej utrzymuje się największe wysycenie tkanki wolnym azotem. Z tego powodu tkanka kostna jest tą tkanką, w której najszybciej dochodzi do zmian patologicznych w chorobie dekompresyjnej (9).

Jak już wspomniano, zmiany w kościach w przebiegu choroby dekompresyjnej można uwidocznić w badaniach obrazowych po dłuższym czasie od wystąpienia czynnika sprawczego (10). W ostrym okresie choroby w niektórych przypadkach możliwe jest wprawdzie uwidocznienie niewielkiej ilości gazu w obrębie szpary stawowej stawu kolanowego, jednak w tym okresie przy omawianej już niewielkiej uciążliwości objawów nie wykonuje się najczęściej badań obrazowych, w związku z czym wspomniany objaw pozostaje nieuchwycony. W konsekwencji zatorów gazowych wywołanych pęcherzykami azotu w kościach dochodzi do niedokrwienia tkanki kostnej, skutkującej wystąpieniem zawałów śródszpikowych, a rzadziej – do martwicy jałowej nasad kości długich (9).

Najwcześniejszym objawem radiologicznym choroby dekompresyjnej w kościach jest osteoporoza nasad kości długich, która jest efektem martwicy istoty gąbczastej kości. Po kilku miesiącach zmiany przyjmują charakter mgiełkowatych lub ziarnistych zwapnień, odpowiadających przebytemu zawałom śródszpikowym. W następnym okresie dochodzi do stopniowej zagęszczającej przebudowy nasad kości długich. W skrajnych przypadkach, kiedy rozległość procesów martwiczych i przebudowy kostnej objęła całość nasad, opisywano obumarcie chrząstek stawowych i zaawansowane wtórne zmiany zwyrodnieniowe stawów (11). Omawiany przez autorów niniejszej publikacji przypadek stanowi przykład typowych zmian kostnych w przebiegu choroby pod postacią zawałów śródszpikowych oraz martwicy jałowej nasad kości długich.

Typowo zmiany w kostnej manifestacji choroby dekompresyjnej są symetryczne i umiejscowione w nasadach bliższych kości udowych, ramiennych i piszczelowych (7,12). W prezentowanym przypadku zmiany lokalizują się typowo symetrycznie w obrębie nasad bliższych kości udowych i piszczelowych oraz mniej typowo – symetrycznie w obrębie nasad dalszych kości udowych oraz niesymetrycznie w obrębie nasady bliższej prawej kości ramiennej.

Trudności w różnicowaniu przebytego typu I choroby dekompresyjnej zwykle nie występują. W różnicowa-

niu manifestacji kostnej choroby dekompresyjnej należy jednak uwzględnić zarówno choroby nieekspansywne, jak i procesy ekspansywne (11,13). Obecność zwapniających zawałów szpikowych obserwuje się w przypadku niektórych chorób krwi (niedokrwistość sierpowata), chorób spichrzeniowych (choroba Gauschera), po urazach lub po leczeniu dużymi dawkami glikokortykosteroidów (11). Zebrany od pacjenta wywiad lekarski nie wykazał istotnej przeszłości chorobowej, co umożliwiło wykluczenie takich sytuacji.

W różnicowaniu z procesami ekspansywnymi decydujące kryteria w przypadku choroby dekompresyjnej stanowią brak cech destrukcji kostnej i odczynów okostnowych oraz symetryczna lokalizacja i niewielka dynamika krótkoterminowa obserwowanych zmian (13). W omawianym przypadku klinicznym w żadnym z wykonanych badań obrazowych nie stwierdzono cech destrukcji kostnej ani odczynów okostnowych. W przeprowadzonym 6 miesięcy po ustaleniu rozpoznania choroby dekompresyjnej kontrolnym badaniu rentgenowskim stawów kolanowych uzyskano obraz zmian radiologicznych statyczny w stosunku do badania wykonanego w trakcie hospitalizacji, co umożliwiło wykluczenie ekspansywnego charakteru obserwowanych zmian.

Większość publikacji naukowych dotyczących typu I choroby dekompresyjnej odnosi się do osób nurkujących (4–6,8). Prezentowany przez autorów niniejszego artykułu przypadek stanowi przykład występowania tej jednostki chorobowej u zawodowego pilota. Na podstawie obowiązującego Rozporządzenia Rady Ministrów z 30 czerwca 2009 r. w sprawie chorób zawodowych chorobę dekompresyjną włączono do wykazu chorób zawodowych w grupie chorób wywołanych pracą w warunkach podwyższonego ciśnienia atmosferycznego (14). Omawiany przypadek może stanowić potwierdzenie zasadności uznania choroby dekompresyjnej za chorobę zawodową. Jednocześnie być może powinna ona zostać uznana również za chorobę zawodową właściwą dla grupy zawodowej pilotów.

WNIOSKI

Prezentowany przypadek wskazuje na przydatność wywiadu zawodowego w diagnostyce chorób układu kostno-stawowego. Uwzględnienie go w diagnostyce ortopedycznej wydaje się wręcz konieczne w świetle uznania przez prawo obowiązujące w Polsce choroby dekompresyjnej za chorobę zawodową.

PIŚMIENNICTWO

1. World Health Organization: Międzynarodowa Statystyczna Klasyfikacja Chorób i Problemów Zdrowotnych ICD-10. Kategorie 3-znakowe. Uniwersyteckie Wydawnictwo Medyczne Vesalius, Kraków 2000
2. Neuman T.S.: Arterial gas embolism and decompression sickness. *News Physiol. Sci.* 2002;17:77–81
3. Bennett M.H., Lehm J.P., Mitchell S.J., Wasiak J.: Recompression and adjunctive therapy for decompression illness: a systematic review of randomized controlled trials. *Anesth. Analg.* 2010;111(3):757–762
4. McMullin A.M.: Scuba diving: What you and your patients need to know. *Cleve. Clin. J. Med.* 2006;73(8): 711–712, 714, 716
5. Sykes J.J.: Medical aspects of scuba diving. *BMJ* 1994; 308(6942):1483–1488
6. Newton H.B.: Neurologic complications of scuba diving. *Am. Fam. Physician* 2001;63(11):2211–2218
7. Vann R.D., Butler F.K., Mitchell S.J., Moon R.E.: Decompression illness. *Lancet* 2011;377(9760):153–164
8. Russi E.W.: Diving and the risk of barotrauma. *Thorax* 1998;53(Supl. 2):S20–S24
9. Hutter C.D.: Dysbaric osteonecrosis: a reassessment and hypothesis. *Med. Hypotheses* 2000;54(4):585–590
10. Gregg P.J., Walder D.N.: Caisson disease of bone. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1986;210:43–54
11. Davidson J.: Radiology of Dysbaric osteonecrosis. *J. Clin. Pathol.* 1972;25(11):1005–1006
12. Davidson J.K.: Dysbaric disorders: aseptic bone necrosis in tunnel workers and divers. *Baillieres. Clin. Rheumatol.* 1989;3(1):1–23
13. Thomas D.H., Abraham R.R., Handley C., Dorrell J.H.: Dysbaric osteonecrosis in differential diagnosis of malignant bone disease. *J. R. Soc. Med.* 1985;78(6):492–493
14. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 30 czerwca 2009 r. w sprawie chorób zawodowych. *DzU z 2009 r. nr 105, poz. 869*