

Metastatické verzus osteoporotické vertebrálne zlomeniny

Martin Bibza¹, Peter Tisovský¹, Boris Šteňo²

¹I. ortopedicko-traumatologická klinika LF UK a UNB, Bratislava

²II. ortopedicko-traumatologická klinika LF UK a UNB, Bratislava

Diferenciácia medzi metastatickými a osteoporotickými vertebrálnymi fraktúrami je klinicky kľúčová a zároveň náročná. Predkladáme prehľad klinických a rádiologických znakov s dôrazom na „red flags“ (nočná neúľavová bolesť, progresia, neurologický deficit) a na multimodálny diagnostický postup (MRI, CT; cielené použitie PET/CT). Kazuistika pacientky pôvodne vedená ako osteoporotická fraktúra ukazuje úskalia prvej interpretácie a význam opakovaného hodnotenia snímok a kompletného fyzikálneho vyšetrenia. Správna identifikácia metastatického postihnutia umožnila adekvátne nasmerovať staging a ďalší terapeutický plán.

Kľúčové slová: chrbtica, diferenciálna diagnostika, metastázy, osteoporóza, vertebrálne fraktúry.

Metastatic versus osteoporotic vertebral fractures

Differentiating metastatic from osteoporotic vertebral fractures is clinically crucial yet challenging. We summarize key clinical and imaging “red flags” (night pain unrelieved by rest, progression, neurological deficit) and advocate a multimodal diagnostic pathway (MRI, CT; selective PET/CT use). A case initially managed as an osteoporotic fracture illustrates pitfalls of first-line interpretation and the value of image re-evaluation and comprehensive physical examination. Correct recognition of metastatic involvement enabled appropriate staging and subsequent management planning.

Key words: differential diagnosis, metastases, osteoporosis, spine, vertebral fractures.

Úvod

Vertebrálne fraktúry sú rozšíreným problémom v klinickej praxi, pričom osteoporóza predstavuje ich najčastejšiu príčinu. Zároveň je nevyhnutné rozlišovať tieto zlomeniny od metastatických lézií, ktoré môžu byť prvým prejavom onkologického ochorenia. Dôkladné klinické vyšetrenie, včasná identifikácia varovných príznakov a správne využitie zobrazovacích metód sú rozhodujúce pre diagnostickú presnosť a efektívnu liečbu. Cieľom tejto práce je zdôrazniť dôležitosť diferenciálnej diagnostiky osteoporotických a metastatických fraktúr stavcov a prezentovať kazuistiku ilustrujúcu význam správneho diagnostického postupu.

Patofyziológia a epidemiológia

Patofyziológia metastatického postihnutia chrbtice

Chrbtica je tretím najčastejším miestom metastatického šírenia solídnych nádorov, hneď po pľúcach a pečeni. Približne 30 – 70 %

pacientov s generalizovaným karcinómom má metastázy v chrbtici, pričom u 10 – 15 % pacientov sú metastázy v chrbtici prvým prejavom onkologického ochorenia (1, 2). Vysoký výskyt súvisí predovšetkým so špecifickou vaskulatúrou chrbtice, ktorá umožňuje nádorovým bunkám efektívne kolonizovať kostné štruktúry (3).

Mechanizmus vzniku metastáz v stavcoch

Jedným z hlavných mechanizmov šírenia metastáz do chrbtice je hematogénna diseminácia cez Batsonov venózný plexus – komplexnú sieť bezchlopňových venózných spojení, ktorá umožňuje retrográdne šírenie nádorových buniek aj bez súčasného postihnutia iných orgánov. Táto cesta je obzvlášť významná pre nádory panvovej oblasti, ako je karcinóm prostaty alebo rektosigmoideálne karcinómy, ktoré sa môžu dostať do chrbtice bez predošlej pľúcnej alebo hepatálnej metastázy (4). Okrem venózneho šírenia sa nádorové bunky môžu dostať do kostí aj arteriálnym rozsevom, priamou inváziou alebo perineurálnou propagáciou (5).

Typy metastatického postihnutia chrbtice

Z hľadiska patofyziológie a deštrukcie kostného tkaniva rozlišujeme tri základné typy metastatických lézií – osteolytické, osteoblastické a zmiešané (Tab. 1).

Osteolytické metastázy

Osteolytické metastázy sú najčastejšie asociované s nádormi, ktoré aktivujú osteoklasty, čo vedie k agresívnej resorpcii kosti a oslabeniu mechanickej integrity stavca. Medzi najčastejšie nádory tvoriace osteolytické metastázy patrí karcinóm prsníka, karcinóm pľúc, plazmocytóm, malígny melanóm a folikulárny karcinóm štítnej žľazy. Osteoklastická aktivácia je sprostredkovaná cytokínmi a rastovými faktormi (napr. RANKL, PTHrP, IL-6), ktoré znižujú kostnú hustotu a môžu viesť k zlomeninám aj pri minimálnej mechanickej záťaži (6, 7). CT vyšetrenia často odhalia dobre ohraničené lytické lézie s deštrukciou kortexu a kolapsom tela stavca.

Osteoblastické metastázy

Osteoblastické metastázy sa vyskytujú najmä pri nádoroch, ktoré stimulujú neorganizovanú novotvorbu kosti v dôsledku nadprodukcie osteoinduktívnych faktorov (napr. BMPs, endotelín-1, PDGF). Tento proces vedie k zvýšenej hustote kosti, ale paradoxne aj k jej väčšej krehkosti a riziku patologických zlomenín. Najčastejšími nádormi spôsobujúcimi osteoblastické metastázy sú: karcinóm prostaty, mucinózný adenokarcinóm GIT, karcinoid a karcinóm močového mechúra (6, 7). Napriek svojej zvýšenej denzite sú tieto metastázy mechanicky krehké a môžu v nich vzniknúť zlomeniny (8). Na CT vyšetrení sa osteoblastické metastázy prejavujú ako sklerotické ložiská so zmiešanou denzitou, často v kombinácii s reaktívnou periostálnou novotvorbou.

Zmiešané metastázy

Niektoré nádory vytvárajú kombinované osteolyticko-osteoblastické lézie, kde dochádza k súčasnej deštrukcii aj novotvorbe kosti. Zmiešaný typ metastáz je typický pre karcinóm prsníka (zmiešané formy), niektoré adenokarcinómy tráviaceho traktu či karcinóm obličky v pokročilých štádiách (6). CT zobrazenie týchto lézií ukazuje mozaik-

kovú štruktúru s prítomnosťou oblastí sklerózy aj osteolýzy v jednom postihnutom stavci.

Dôsledky metastatického postihnutia stavcov na stabilitu chrbtice a vznik zlomenín

Jedným z následkov metastatického postihnutia stavcov môže byť patologická zlomenina stavca. Riziko vzniku patologickej fraktúry stavca pri metastatickom postihnutí chrbtice závisí od viacerých faktorov. Významným determinantom je lokalizácia a rozsah lézie – postihnutie mechanicky viac zaťažených segmentov chrbtice – napríklad torakolumbálneho prechodu, nesie vyššie riziko kolapsu než metastázy v menej namáhaných segmentoch. Ďalším kľúčovým faktorom je typ metastatickej lézie: osteolytické metastázy, typické napríklad pre karcinóm pľúc alebo prsníka, spôsobujú deštrukciu kortikálnej kosti a výrazne zvyšujú pravdepodobnosť fraktúry v porovnaní so sklerotickými ložiskami. Dôležité je aj postihnutie zadných stavcových štruktúr, ako sú pedikly a laminy, ktoré často súvisí so zvýšeným rizikom neurologických komplikácií. Celkové riziko fraktúry je napokon ovplyvnené aj celkovým zdravotným stavom pacienta a rozsahom systémového postihnutia vrátane kostnej denzity, výživového stavu a aktuálnej onkologickej liečby. Podľa Wu et al. (4) sa patologické zlomeniny pri metastázach vyskytujú u 20 – 40 % pacientov s vertebrálnym postihnutím, pričom až 10 % z nich vedie k epidurálnej kompresii miechy a nervových koreňov so vznikom neurologického deficitu.

Diagnostické metódy

Klinický obraz metastatických zlomenín stavcov a jeho odlišnosti v porovnaní s osteoporotickými zlomeninami

Klinické prejavy kompresívnych zlomenín stavcov sú často nešpecifické, čo môže skomplikovať ich presné rozlíšenie, najmä u starších pacientov. Z tohto dôvodu je diferenciácia medzi osteoporotickými a metastatickými zlomeninami náročná a vyžaduje si komplexný prístup. Kľúčovými nástrojmi diagnostiky sú dôkladne odobratá anamnéza, fyzikálne vyšetrenie a prítomnosť „red flags“ – varovných klinických znakov poukazujúcich na možný malígny proces (Tab. 2).

Tab. 1. Typy kostných metastatických lézií

Typ lézie	Príkladné nádory	Patofyziológia	CT/MRI obraz
Osteolytická	Karcinóm prsníka, pľúc, melanóm, plazmocytóm	Aktivácia osteoklastov (RANKL, IL-6) → resorpcia kosti	Lytické ložiská, deštrukcia kortexu
Osteoblastická	Karcinóm prostaty, GIT adenokarcinóm, karcinoid	Nadprodukcia osteoinduktívnych faktorov (BMP, PDGF) → novotvorba kosti	Sklerotické ložiská, zmiešaná denzita
Zmiešaná	Karcinóm prsníka, obličky, GIT	Súčasná osteolýza a osteoskleróza	Mozaiková štruktúra lézií na CT/MRI

Tab. 2. Odlišnosti medzi osteoporotickou a metastatickou zlomeninou

Kritérium	Osteoporotická zlomenina	Metastatická zlomenina
Začiatok bolesti	Náhly, po minimálnom úraze alebo spontánny	Pozvoľný, často predchádza kolapsu stavca
Charakter bolesti	Zvyčajne miernejšia v pokoji	Neúľavová, horšia v noci, zhoršuje sa v čase
Trauma v anamnéze	Často prítomná (niekedy len minimálna)	Zvyčajne chýba
Neurologické príznaky	Zriedkavé	Časté – až 10 % epidurálna kompresia
Rádiologické znaky (RTG/CT)	Klinovitý kolaps, bez infiltrácie mäkkých tkanív, zachovaný kortex	Nepravidelný kolaps, infiltrácia, deštrukcia zadných elementov
MRI nález	Zachovaný tukový signál v T1, homogénny edém v STIR	Hypointenzita v T1, infiltrácia pediklov, epidurálna masa
PET/CT nález	Mierne FDG vychytávanie v akútnom štádiu	Vysoké FDG vychytávanie, ložiskové aktivity
Reakcia na liečbu	Dobrá reakcia na konzervatívnu liečbu	Nízka účinnosť bežnej analgézie

Osteoporotické zlomeniny sa zvyčajne manifestujú náhle, často po minimálnej alebo dokonca abscentujúcej traume, a typicky sa prejavujú lokalizovanou bolesťou, ktorá ustupuje v pokoji alebo po podaní bežných analgetík. Bolesť býva stabilná, nezhoršuje sa v noci a nesprievádzajú ich systémové príznaky, čo ich odlišuje od malígnych procesov (9).

Naopak, metastatické zlomeniny majú spravidla pozvoľný, ale progresívny priebeh. Bolesť často predchádza samotný kolaps stavca a je charakteristicky neúľavová – nezlepšuje sa pri ležaní, ba naopak, zhoršuje sa najmä počas noci. Tento typ bolesti môže byť prvým klinickým signálom patológie, a to aj bez predchádzajúceho úrazu (9).

Viacere systematické prehľady a klinické odporúčania upozorňujú na prítomnosť „red flags“, ktoré majú byť dôvodom na zvýšenú klinickú pozornosť (Tab. 3). Patrí k nim vek nad 50 rokov, ktorý sám o sebe predstavuje rizikový faktor pre malignitu v oblasti chrbtice. Významný je aj údaj o predchádzajúcom onkologickom ochorení, i keď je pacient v súčasnosti v remisii – metastatické postihnutie chrbtice sa totiž môže vyskytnúť po rokoch. Medzi ďalšie závažné príznaky patrí bolesť pretrvávajúca viac ako štyri týždne, najmä ak je prítomná aj v pokoji alebo sa zhoršuje v noci, je neobvyklé pri osteoporotických fraktúrach. Príznaky ako nevysvetliteľná strata hmotnosti, únava a subfebrilita môžu naznačovať systémové ochorenie vrátane malignity (9, 10). Kritickým varovným signálom je prítomnosť neurologického deficitu, ktorý poukazuje na možnú epidurálnu expanziu alebo kompresiu miechy. Osobitnú pozornosť si vyžadujú pacienti s akútnym nástupom neurologických symptómov (11). Autori súhrnných prehľadov zdôrazňujú, že žiadny jednotlivý klinický znak nie je dostatočne špecifický alebo senzitívny na potvrdenie alebo vylúčenie malignity. Rozhodujúca je ich kumulácia a celkový klinický kontext (9, 10).

V prípade, že pacient nemá známu onkologickú anamnézu, no vykazuje aspoň niektoré z uvedených „red flags“, odporúča sa neodkladné zobrazovacie vyšetrenie – predovšetkým magnetická rezonancia (MRI), ktorá poskytuje detailný pohľad na kostnú dreň a prípadné mäkkotkanivové expanzie. Diagnóza osteoporózy by nemala byť stanovená iba na základe veku či rizikového profilu bez zobrazovacieho potvrdenia (12).

Ak sú na CT alebo MRI prítomné podozrivé ložiská, ktoré neodrkadľujú bežný obraz osteoporotickej zlomeniny, mala by sa zvážiť vertebrálna biopsia na histologické overenie diagnózy (3). Biopsiu je vhodné realizovať v centre, kde sa bude pacient definitívne liečiť, a to po zhodnotení multidisciplinárnu indikačnou komisiou (rádiológ, patológ, onkológ, spondylochirurg, prípadne rádioterapeut).

Zobrazovacie metódy v diferenciálnej diagnostike osteoporotických a metastatických vertebrálnych fraktúr

Zobrazovanie predstavuje základný a nenahraditeľný nástroj pri klinickom rozhodovaní, keď je potrebné odlíšiť bežnú osteoporotickú zlomeninu od patologickej fraktúry spôsobenej metastatickým postihnutím stavca. Každá zo zobrazovacích techník má svoju výpovednú hodnotu a limitácie – preto sa v modernej praxi čoraz častejšie uplatňuje multimodálny prístup (Tab. 4).

Röntgenové vyšetrenie (RTG)

RTG má význam najmä ako prvá dostupná metóda na identifikovanie zrejmých deformačných zmien, najmä u starších pacientov s klinickým podozrením na osteoporózu. Typický nález pri osteoporotickej fraktúre zahŕňa prednú klinovitú deformitu s výškou stavca zachovanou v zadnej časti, bez infiltrácie pediklov a bez mäkkotkanivových zmien. Naopak, metastatické fraktúry sa často vyznačujú nepravidelným kolapsom, deštrukciou zadných stavcových štruktúr alebo sploštením celého stavca, čo sa označuje ako „pancake vertebra“ (13). Ďalším charakteristickým znakom pri postihnutí zadných elementov metastázou môže byť chýbanie viditeľnej kontúry pedikla na anteroposteriornej projekcii, známe ako „winking owl sign“, ktoré poukazuje na eróziu pediklov nádorovým procesom. Významným obmedzením je však nízka senzitivita RTG v raných štádiách – mnoho metastatických lézií môže ostať nezachytených (14).

Počítačová tomografia v diferenciálnej diagnostike vertebrálnych fraktúr

Počítačová tomografia (CT) predstavuje jednu z najdôležitejších zobrazovacích metód pri hodnotení vertebrálnych zlomenín, pretože poskytuje vynikajúce rozlíšenie pri zobrazení kostnej štruktúry, integrity kortikálnej kosti, trabekulárnej architektúry a prítomnosti ložiskových zmien. CT s použitím kontrastnej látky umožňuje zobraziť aj subtílnu

Tab. 3. Klinické príznaky „red flags“ upozorňujúce na možnú metastázu v stavci

Klinický znak	Diagnostický význam
Bolesť pretrvávajúca > 4 týždne	Vyššie riziko malignity
Nočná bolesť bez úľavy	Typická pre metastázy
Predchádzajúce onkologické ochorenie	Vysoká pravdepodobnosť sekundárnej lézie
Neurologický deficit	Možná epidurálna kompresia
Subfebrilita, únava, úbytok hmotnosti	Systémové prejavy malignity
Vek > 50 rokov	Rizikový faktor pre metastázy

Tab. 4. Výhody, nevýhody a typické nálezy na zobrazovacích vyšetreniach pri metastatickom postihnutí stavcov

Metóda	Výhody	Nevýhody	Typické nálezy
RTG	Rýchla, dostupná	Nízka senzitivita v počiatočnom štádiu	Klinovitá deformita (osteoporóza), „pancake vertebra“ (metastáza)
CT	Detailná kostná architektúra	Obmedzené zobrazenie mäkkých tkanív	Ložiskové zmeny, infiltrácia pediklov
MRI	Najlepšia na nervové štruktúry, dreň, mäkké tkanivá	Nákladná, časovo náročná	T1 hypointenzita (metastáza), edém bez TU masy (osteoporóza)
PET/CT	Metabolická aktivita, celotelové hodnotenie	Pozitívita pri metastázach aj akútnych osteoporotických zlomeninách	Zvýšené FDG vychytávanie pri metastázach

mäkkotkanivové invázie. V kombinácii s dôslednou klinickou evaluáciou a anamnestickými údajmi ide o robustný nástroj na rozlíšenie medzi osteoporotickými a metastatickými zlomeninami (15).

CT bez kontrastu

Natívne CT, teda bez podania kontrastnej látky, sa využíva najmä ako rýchla, dostupná a efektívna metóda v situáciách, ako je akútna bolesť chrbta s podozrením na fraktúru, nemožnosť realizácie MRI (napr. pri prítomnosti kovových implantátov alebo klaustrofóbie) alebo pri plánovaní chirurgického či intervenčného výkonu. Medzi typické nálezy pri osteoporotických zlomeninách patrí klinovitý predný kolaps stavca s relatívne zachovanou výškou zadnej časti, neporušený kortex, pravidelné a ostré kontúry tiel stavcov, ako aj zachovaná trabekulárna architektúra v oblasti lézie. Paravertebrálne mäkkotkanivové štruktúry zostávajú bez známok infiltrácie a v okolitých stavcoch sa často vyskytuje difúzna osteopénia, čo podporuje diagnózu generalizovanej osteoporózy (15, 16).

Naopak, metastatické fraktúry sa vyznačujú nepravidelným tvarom postihnutého stavca, pričom erózia zadného kortexu alebo pediklov býva častým znakom. Kortikálna kosť je často deštruovaná – či už segmentálne, alebo difúzne – a v stavcoch sa vyskytujú ložiskové zmeny zmiešaného charakteru, teda kombinujúce lytické a sklerotické komponenty. V prípade viacpočetných metastáz býva distribúcia týchto lézií nesúvislá a asymetrická (15, 17).

CT s kontrastom

CT vyšetrenie s intravenóznym kontrastom sa indikuje predovšetkým v prípadoch, keď existuje podozrenie na paravertebrálnu alebo epidurálnu expanziu, keď MRI nie je dostupné alebo poskytuje nejednoznačné výsledky a rovnako keď je potrebné presne posúdiť vaskularizáciu a rozsah mäkkotkanivových zmien. Metastatické lézie sa pri tomto vyšetrení zvyknú prejavovať ako hypodenzné alebo heterodenzné ložiská s nepravidelným enhancementom. Často sa identifikujú mäkkotkanivové masy vychádzajúce z tiel stavcov, ktoré môžu infiltrovať miechový kanál alebo forameny, ako aj postihnutie príslušných štruktúr, ako je napríklad musculus psoas. Takéto nálezy sa pri osteoporóze bežne nevyskytujú. V niektorých prípadoch možno na kontrastnom CT pozorovať nepravidelný enhancement samotného tela stavca, spolu s prerušovaním kortexu, čo je prakticky patognomické pre metastatickú etiológiu (18).

PET/CT – funkčné zobrazenie a hodnotenie metabolickej aktivity lézií

Pozitronová emisná tomografia v kombinácii s počítačovou tomografiou (PET/CT), najmä s použitím 18 F-fluorodeoxyglukózy (18 F-FDG), predstavuje modernú a neinvazívnu zobrazovaciu metódu, ktorá umožňuje detailne analyzovať metabolickú aktivitu patologických ložísk. Tento funkčný prístup je obzvlášť cenný v detekcii subklinických metastatických lézií, ktoré ešte nemusia byť morfológicky zjavné na klasickom CT alebo MRI. Metastatické ložiská sa vyznačujú zvýšeným vychytávaním 18 F-FDG, čo súvisí s vyššou glykolytickou aktivitou nádorových buniek. Paradoxne osteoporotické zlomeniny môžu tiež

prechodne vykazovať mierne zvýšené FDG vychytávanie – najmä v akútnom štádiu hojenia, avšak tieto hodnoty sa obvykle normalizujú v priebehu niekoľkých týždňov, čo umožňuje ich diferenciáciu od malígnych procesov (19).

PET/CT sa ukazuje ako mimoriadne užitočná diagnostická metóda v špecifických klinických situáciách. Dá sa napríklad použiť, keď má pacient známu onkologickú anamnézu a očakávame prítomnosť spinálnych metastáz, ale nebola zatiaľ potvrdená zobrazovacou vyšetrovacou metódou. Rovnako je indikovaná, keď sú výsledky MRI nejednoznačné alebo ak je táto metóda kontraindikovaná – napríklad u pacientov s kovovými implantátmi. Jednou z hlavných výhod PET/CT je jej celotelové pokrytie, ktoré umožňuje simultánne posúdenie prítomnosti ďalších skeletálnych alebo viscerálnych metastáz (20).

Magnetická rezonancia

Magnetická rezonancia (MRI) dokáže dôkladne vizualizovať stav kostnej drene a okolité mäkké tkanivá. V klinickej praxi sa MRI využíva nielen na potvrdenie fraktúry, ale predovšetkým na odhalenie jej pravdepodobnej etiológie.

Osteoporotické zlomeniny sa na MRI typicky prejavujú ako zachovaný hyperintenzný signál v T1 sekvencii (zodpovedajúci prítomnosti tuky v kostnej dreni), homogénny edém v STIR/T2 sekvencii a absencia mäkkotkanivovej expanzie či deštrukcie kortikálnej kosti. Tvar deformity je najčastejšie klinovitý s predným kolapsom. Naopak, metastatické fraktúry sa vyznačujú hypointenzným signálom v T1, často aj v T2 sekvencii (v prípade sklerotických metastáz), a výskytom hyperintenzných lézií v STIR. Často sa pozoruje infiltrácia pediklov, obliterácia tukovej drene, prítomnosť mäkkotkanivovej masy alebo epidurálnej invázie (21).

Sledovanie zmien na viacerých po sebe nasledujúcich MRI vyšetreniach (napr. kontrola o 4 – 6 týždňov) môže pomôcť rozlíšiť malígnu a benígnu fraktúru: pri osteoporotických zlomeninách dochádza k postupnému ústupu edému a nástupu tukového signálu, zatiaľ čo metastázy ostávajú alebo sa zhoršujú (9).

MRI poskytuje najvyššiu senzitivitu a špecifitu zo všetkých morfológických zobrazovacích metód. Diagnostická presnosť stúpa pri využití viacerých sekvencií a korelácii s klinickými údajmi (20).

Radiomika a umelá inteligencia v diagnostike

Radiomika a umelá inteligencia (AI) majú čoraz väčší význam v diagnostike metastáz stavcov, najmä v situáciách, keď bežné morfológické znaky pri zobrazovacích metódach nie sú jednoznačné. Zásľuhou analýzy tisícok obrazových znakov, ktoré sú pre ľudské oko neviditeľné, dokážu AI algoritmy s vysokou presnosťou rozlišovať medzi benígnymi a malígnymi kostnými léziami. Tieto modely sú schopné detegovať aj subtilné rozdiely v textúre, tvare a denzite ložiska, ktoré bežný rádiológ nemusí postrehnúť. Význam AI sa ukazuje najmä v oblasti diferenciálnej diagnostiky vertebrálnych zlomenín, kde dokáže identifikovať metastatické lézie aj v prípadoch, keď MRI alebo CT neposkytujú jednoznačný obraz. Radiomické analýzy navyše umožňujú automatizované triedenie pacientov podľa rizika, čím podporujú klinické rozhodovanie a optimalizujú indikácie na biopsiu alebo invazívne výkony. V prípade AI modelov, ktoré kombinujú obrazové údaje s klinickými a laboratórnymi

parametrami, sa diagnostická presnosť ešte zvyšuje. Tieto nástroje tak predstavujú perspektívnu formu tzv. podpory rozhodovania (decision support), najmä pre menej skúsených lekárov. Zásadný prínos radiomiky spočíva v možnosti skorého zachytenia metastáz ešte predtým, než sa prejavia morfológicky viditeľnými zmenami. Okrem toho, radiomické markery môžu slúžiť ako nové biomarkery agresivity ložísk, čo je dôležité pre stratifikáciu pacientov a plánovanie liečby (22).

Kazuistika

Diferenciálna diagnostika metastatickej vertebrálnej fraktúry prezentujúcej sa ako osteoporotická zlomenina

Pacientka, ktorá približne päť týždňov pred vyšetrením na centrálnom príjme navštívila všeobecného lekára, udávala dlhodobu pretrvávajúcu bolesť v oblasti drierkovej chrbtice s postupnou progresiou intenzity, bez predchádzajúcej anamnézy úrazu. Dominantná bola bolesť v nočných hodinách, čo pôvodne viedlo k stanoveniu pracovnej diagnózy vertebrálneho algického syndrómu. Nasledovala konzervatívna liečba analgetikami a myorelaxanciami bez výraznejšieho efektu.

Po štyroch týždňoch bez úľavy pacientka absolvovala neurologické vyšetrenie, pri ktorom bolo indikované RTG vyšetrenie chrbtice. Rádiológ opísal osteoporotické zlomeniny stavcov Th12 a L1, na základe čoho bola pacientka odoslaná na centrálny príjem s touto pracovnou diagnózou.

Pri prijíme pacientky na centrálnom príjmovom oddelení (CPO) bolo realizované podrobné fyzikálne vyšetrenie spondylochirurgom. Z de-

tailnej anamnézy vyplynulo, že pacientka pociťovala bolesti v oblasti drierkovej chrbtice už viac ako rok, pričom v poslednom mesiaci bolesť výrazne progredovala, bola kontinuálna, intenzívna aj v pokoji, iba čiastočne reagovala na analgetiká. Navyše pacientka uvádzala subjektívne pocity slabosti v dolných končatinách. Opakované hodnotenie RTG snímok odhalilo atypickú morfológiu zlomenín, ktorá nezodpovedala typickému obrazu osteoporotických zlomenín. Súčasťou fyzikálneho vyšetrenia bolo aj vyšetrenie prsníkov, pričom bol identifikovaný exulcerovaný nádor v pravom prsníku s rozmermi približne 10 × 10 cm, ktorý pacientka predtým nespomenula.

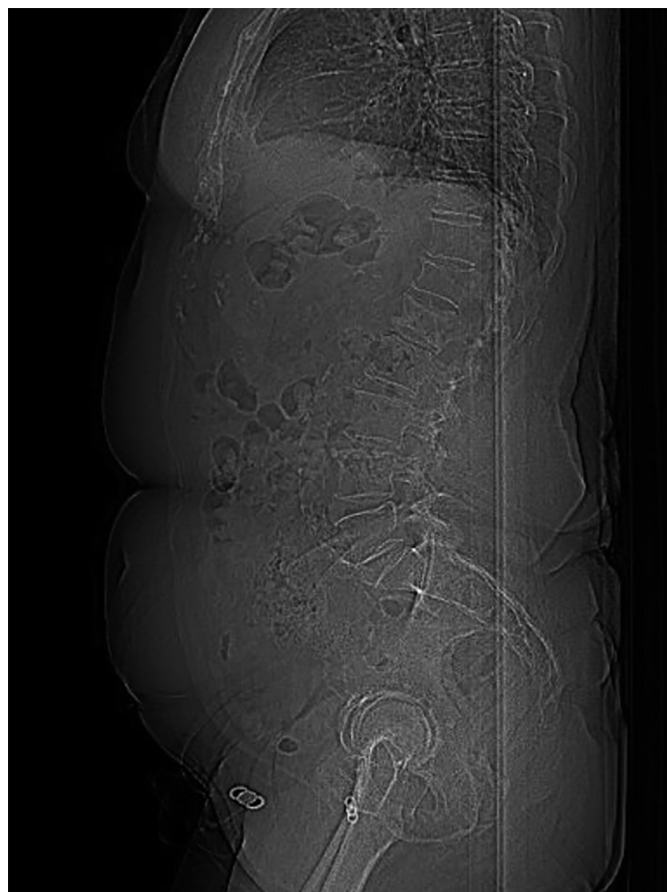
Na CPO bolo indikované a ihneď realizované CT vyšetrenie chrbtice (Obr. 1 – 4), ktoré ukázalo patologickú infiltráciu tiel stavcov Th12 a L1 so zmiešanými skleroticko-lytickými léziami, výrazným znížením výšky postihnutých stavcov a prítomnosť mäkkotkanivovej expanzie šíriacej sa do neuroforamenov a epidurálneho priestoru, čo výrazne podporilo diagnózu metastatického postihnutia.

Na základe klinického obrazu, fyzikálneho vyšetrenia a zobrazovacích metód bola stanovená pracovná diagnóza metastatického postihnutia stavcov Th12 a L1 s najpravdepodobnejším pôvodom v nádore pravého prsníka.

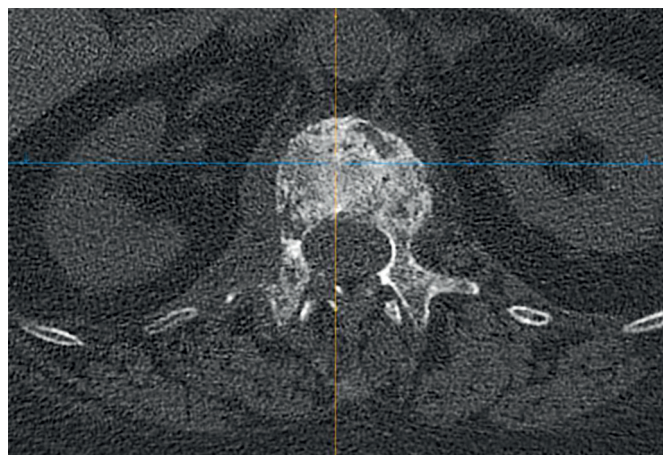
V rámci diagnosticko-terapeutickej stratégie spondylochirurg odporučil realizovať MRI celej chrbtice a stagingové CT hrudníka a brucha na posúdenie rozsahu primárneho ochorenia a prítomnosti ďalších metastáz. Pacientke bola odporučená onkologická konzultácia a mamologické vyšetrenie. Pre podporu chrbtice bola indikovaná extenzná ortéza typu Jewett a pacientka bola poučená o pravdepodobnej nutnosti operačnej stabilizácie a dekompresie v oblasti torakolumbálneho prechodu, pričom presný rozsah výkonu mal byť stanovený na základe výsledkov ďalších vyšetrení. S ohľadom na neurologickú symptomatológiu bola pacientka poučená o potrebe dôsledného monitorovania neurologického stavu.

Pacientka sa na kontrolu u spondylochirurga nedostavila. Dvanásť týždňov po vyšetrení na centrálnom príjmovom oddelení (CPO) sme z dostupnej zdravotnej dokumentácie a telefonického kontaktu s pacientkou aj ošetroujúcim onkológom zistili nasledovné: pacientka bola vyšetrená onkogynekológom na mamologickej ambulancii podľa odporúčania a absolvovala stagingové CT hrudníka a brucha s nálezom

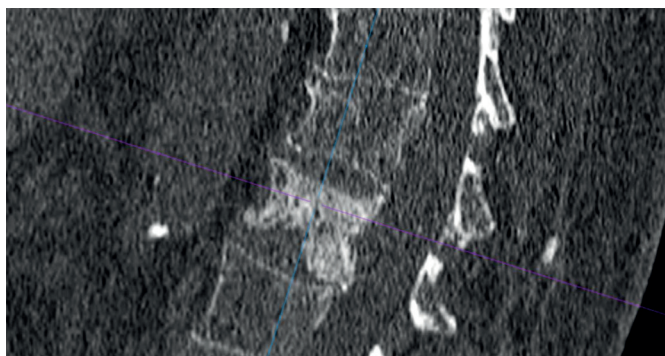
Obr. 1. CT skenogram pacientky s metastatickým postihnutím stavcov Th12 a L1



Obr. 2. CT transverzálly rez stavca L1 u pacientky s metastatickým postihnutím stavcov Th12 a L1



Obr. 3. CT sagitálny rez u pacientky s metastatickým postihnutím stavcov Th12 a L1



mnohopočetných skeletálnych aj viscerálnych metastáz. Následne bola intermitentne ambulantne sledovaná a podľa potreby hospitalizovaná na onkologickom oddelení, kde podstúpila systémovú chemoterapiu a rádioterapiu. Na analgetickej liečbe došlo k zmierneniu bolesti; pretrvávali len občasné parestézie dolných končatín, bez známk motorického deficitu v čase 12 týždňov od stanovenia diagnózy na CPO.

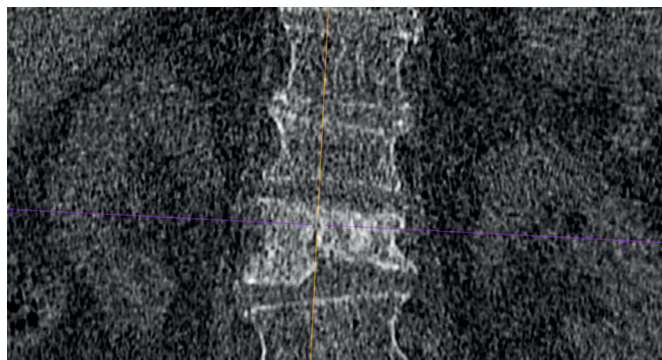
Pacientka dlhodobo preferovala minimalizovanie ďalších vyšetrení a času stráveného v zdravotníckych zariadeniach. V kontexte pokročilého ochorenia (exulcerovaný karcinóm prsníka, mnohopočetné skeletálne i viscerálne metastázy) opakovane odmietla ďalšiu diagnostiku a operačný manažment chrbtice vrátane paliatívnej stabilizácie a dekompresie, hoci vzhľadom na nález epidurálnej kompresie miechy, axiálnej bolesti a parestézií by bola potenciálne vhodnou kandidátkou. Na CPO bola riadne poučená o prínosoch a rizikách chirurgickej liečby, o potrebe pravidelných kontrol a o varovných príznakoch; odmietnutie výkonu bolo zdokumentované ako informovaný nesúhlas a bolo rešpektované. Pacientka deklarovala spokojnosť s poskytnutou starostlivosťou a pochopenie nepriaznivej prognózy; zvolený konzervatívny postup a onkologická liečba priniesli parciálnu úľavu, ktorá bola v súlade s jej preferenciami a predstavou o kvalite života.

Tento klinický prípad poukazuje na význam komplexného a dôkladného prístupu pri diferenciálnej diagnostike bolestí chrbtice. Aj keď sú degeneratívne ochorenia a osteoporotické zlomeniny najčastejšími príčinami bolestí chrbtice, je nevyhnutné myslieť aj na možnosť sekundárneho, metastatického postihnutia, najmä pri atypickom klinickom priebehu. Včasná identifikácia metastáz zásadným spôsobom ovplyvňuje efektivitu ďalšej liečby

Diskusia

Cieľom prvého kontaktu nie je nevyhnutne okamžité rozhodnutie o operácii, ale rýchle stanovenie pracovnej diagnózy, nastavenie správneho diagnostického algoritmu (urgentné MRI/CT podľa „red flags“, včasný staging) a odoslanie pacienta do multidisciplinárnej starostlivosti. Čím skôr sa definitívna diagnóza potvrdí, tým skôr možno začať účinnú liečbu – nielen chirurgickú. Včas začatá neoperačná/paliatívna terapia (systémová onkologická liečba, rádioterapia, analgetická a stabilizačná konzervatívna liečba vrátane ortézy) dokáže významne znížiť bolesť a zlepšiť kvalitu života. Operácia predstavuje veľmi efektívnu možnosť pri nestabilite a/alebo neurologickom deficite, jej indikácia

Obr. 4. CT frontálny rez u pacientky s metastatickým postihnutím stavcov Th12 a L1



a načasovanie by však mali vyplývať z rozhodnutia multidisciplinárnej indikačnej komisie a informovaného súhlasu pacienta – nie vždy pri prvom kontakte.

Včasná diferenciácia medzi osteoporotickou a metastatickou vertebrálnou fraktúrou je pre efektívnu liečbu zásadná. Prezentovaná kazuistika zdôrazňuje potrebu komplexného klinického prístupu pri diferenciálnej diagnostike vertebrálnych fraktúr. Niektoré klinické príznaky, označované ako „red flags“, napríklad nočné bolesti, progresívny charakter bolesti a neurologický deficit, by mali byť vždy dôvodom na dôkladnejšie zobrazovacie vyšetrenia, najmä MRI a CT.

Existujúce diagnostické modality majú však svoje limitácie. RTG vyšetrenie je síce dostupné, no jeho senzitivita na včasné zachytenie metastatických zmien je nízka. MRI poskytuje detailný obraz mäkkých tkanív a kostnej drene, no je nákladné a nie vždy dostupné. PET/CT umožňuje identifikovať metabolickú aktivitu lézií, avšak môže vykazovať pozitívne výsledky aj v prípade akútnych osteoporotických fraktúr. Preto sa odporúča multimodálny diagnostický prístup, ktorý kombinuje viaceré zobrazovacie metódy s dôkladnou anamnézou a fyzikálnym vyšetrením.

Vertebrálna biopsia by mala byť zvážená predovšetkým v prípadoch, keď sú výsledky zobrazovacích vyšetrení nejednoznačné alebo keď klinické nálezy silne naznačujú metastatickú léziu, no obrazové modality neposkytujú dostatočne presvedčivé potvrdenie. Včasná histologická verifikácia výrazne ovplyvňuje ďalší terapeutický postup a prognózu pacienta.

Navyše, moderné diagnostické nástroje, ako radiomika a umelá inteligencia, môžu významne zvýšiť presnosť diagnostiky vertebrálnych fraktúr. Ich použitie je obzvlášť sľubné v prípadoch, keď tradičné zobrazovacie metódy neposkytujú jednoznačné výsledky. Budúce štúdie by mali pokračovať v skúmaní a validácii týchto technológií s cieľom lepšie ich implementovať do klinickej praxe.

Praktickým odporúčaním pre klinickú prax je dôsledné sledovanie varovných príznakov a použitie zobrazovacích vyšetrení už pri minimálnom podozrení na metastatický proces. Táto stratégia môže významne skrátiť diagnostickú latenciu a pozitívne ovplyvniť prognózu pacienta.

Záver

Dôkladná klinická anamnéza, rozpoznanie varovných príznakov a primerané využitie zobrazovacích metód sú kľúčové pre rozlíšenie metastatických fraktúr od osteoporotických vertebrálnych fraktúr. Čím skôr

INZERCE

je stanovená správna diagnóza, tým skôr možno začať účinnú liečbu. Pri prvom kontakte s pacientom je cieľom určiť pracovnú diagnózu, všímať si varovné príznaky, začať vhodný diagnostický postup a bezodkladne zabezpečiť odoslanie do multidisciplinárnej starostlivosti. Rozhodnutie

o ďalšom postupe – vrátane toho, či a kedy operovať – by malo vzniknúť po komplexnom posúdení v rámci multidisciplinárnej indikačnej komisie (rádiológ, patológ, onkológ, spondylochirurg, prípadne rádioterapeut) a so zohľadnením preferencií riadne informovaného pacienta.

LITERATÚRA

1. Barzilai O, Fisher CG, Bilsky MH. State of the art treatment of spinal metastatic disease. *Neurosurgery*. 2018;82(6):757-769.
2. Litak J, Czyżewski W, Szymoniuk M, et al. Biological and clinical aspects of metastatic spinal tumors. *Cancers*. 2022;14(19):4599.
3. Chang SY, Mok S, Park SC, et al. Treatment strategy for metastatic spinal tumors: a narrative review. *Asian Spine J*. 2020;14(4):513-525.
4. Wu MY, Li CJ, Yang GT, et al. Molecular regulation of bone metastasis pathogenesis. *Cell Physiol Biochem*. 2018;46(4):1423-1438.
5. Capek S, Howe BM, Froemming AT, et al. Perineural spread in pelvic malignancies can be an alternate explanation for pelvic bony metastases. *Skeletal Radiol*. 2015;44(9):1365-1370.
6. Clézardin P, Coleman R, Puppo M, et al. Bone metastasis: mechanisms, therapies, and biomarkers. *Physiol Rev*. 2021;101(3):797-855.
7. Mundy GR. Mechanisms of bone metastasis. *Cancer*. 1997;80(58):1546-1556.
8. Clines GA, Guise TA. Hypercalcaemia of malignancy and mechanisms responsible for osteolytic and osteoblastic metastasis. *Endocr Relat Cancer*. 2005;12(3):549-583.
9. Choudhury MZB, Tsirikos AI. Spinal fractures associated with metabolic and metastatic conditions. *Orthop Trauma*. 2024;38(5):311-319.
10. Coleman R, Hadji P, Body JJ, et al. Bone health in cancer: ESMO Clinical Practice Guidelines. *Ann Oncol*. 2020;31(12):1650-1663.
11. Moreno Cavanzo JD, Alvarado Riascos JF, García Agudelo L, et al. Spinal cord compression secondary to metastatic breast phyllodes tumour. *Rom Neurosurg*. 2024;337-340.
12. Isaac A, Dalili D, Dalili D, et al. State-of-the-art imaging for diagnosis of metastatic bone disease. *Radiologe*. 2020;60(S1):1-16.
13. Ruiz Santiago F, Láinez Ramos-Bossini AJ, Wáng YXJ, et al. The role of radiography in the study of spinal disorders. *Quant Imaging Med Surg*. 2020;10(12):2322-2355.
14. Wan Y, Miao L, Zhang H, et al. Machine learning models based on CT radiomics for vertebral compression fracture differentiation. *Acta Radiol*. 2024;65(11):1359-1367.
15. Mauch JT, Carr CM, Cloft H, et al. Imaging features of benign and malignant vertebral fractures. *Am J Neuroradiol*. 2018;39(9):1584-1592.
16. Torres C, Hammond I. CT and MRI in differentiation of osteoporotic vs. metastatic fractures. *J Clin Densitom*. 2016;19(1):63-69.
17. Arana E. Diagnostic imaging in vertebral compression fractures. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol*. 2024;68(6):T582-T586.
18. Vasilevska Nikodinovska V, Kaur S, Lalam R. Conventional radiography and CT. In: Ladeb MF, Vanhoenacker F (eds). *Imaging of Primary Tumors of the Osseous Spine*. Springer: Cham.; 2024: 55-84.
19. Wang X, Zhou D, Kong Y, et al. Value of 18 F-FDG-PET/CT radiomics in vertebral fracture diagnosis. *EJNMMI Res*. 2023;13(1):89.
20. Harlianto NI, Van Der Star S, Suelmann BBM, et al. Diagnostic accuracy of imaging for spinal metastases. *Clin Transl Oncol*. 2024.
21. Yamamoto Y, Iwata E, Shigematsu H, et al. Differentiation of vertebral fractures using MRI. *J Orthop Sci*. 2020;25(5):763-769.
22. Ong W, Zhu L, Tan YL, et al. Machine learning for differentiating bone malignancy on imaging. *Cancers*. 2023;15(6):1837.