

A standard röntgenvizsgálat kiaknázatlan lehetőségei az osteoporosis kockázatának felmérésében

Pulkkinen P., Saarakkala S., Nieminen M., Jamsa T. Eur. Radiol. 2013. 23. 1375-82.

A népesség elöregedése miatt az osteoporotikus csonttörés világszerte jelentős népegészségügyi gond, amelynek mind gazdasági, mind szociális terhei tetemesek. Becslések szerint, az 50 év felett a nők fele és a férfiak ötöde szenved el osteoporotikus csonttörést élete hátralévő szakaszában.

A töréskockázat klinikai felmérése jelenleg elsősorban a BMD meghatározásán alapul. A DEXA-val felmért töréskockázat azonban nem szavatolható, és emiatt terápiás döntéseket sem lehet alapozni az eredményére. A DEXA több tekintetben is hajlamos a pontatlanságra, Pontatlansága akár 20%-os vagy nagyobb is lehet klinikai körülmények között. A DEXA metodikai pontatlanságain túl, a csont mechanikai szilárdságát nem csupán az alacsony BMD érték, hanem további tényezők is befolyásolják. A DEXA-val mért BMD tájékoztat a csont mennyiségéről, de semmit sem árul el annak szerkezetéről, márpedig az a töréskockázat fontos meghatározója.

A DEXA-alapú kockázatfelmérés hátulütőire válaszol, a WHO az egyénenként meghatározott, 10 évre vetített töréskockázatra javasolta alapozni a terápiás döntéseket. Az erre a célra kifejlesztett módszer a FRAX® válogatott klinikai kockázati tényezőket vesz figyelembe, a BMD értékkel együtt, vagy a nélkül. Máris bebizonyosodott azonban, hogy a FRAX® nem elégséges a csonttörés kockázatát befolyásoló tényezők összetettségének leképezésére. A diagnosztikai módszereink még nem képesek átfogóan és ezáltal pontosan felmérni a csontok törékenységét.

A töréskockázat átfogóbb értékelése érdekében a közelmúltban a csont szerkezeti változásainak nyomon követésére alkalmas képalkotó eljárásokra összpontosítottak, ilyenek a nagyfelbontású komputertomográfia (CT) és a mágnesrezonanciás képalkotás (MRI). Ezek a módszereknek azonban – korlátozott hozzáférhetőségük és költségességük miatt – aligha alkalmazhatók széles körben. A hagyományos röntgenfelvételek elemzése is ígéretes eredményre vezetett. Fontos kideríteni, hogy ez az általánosan hozzáférhető és csekély költségű módszer mennyire alkalmas a csont mechanikai szilárdságának értékelésére és a töréskockázat felmérésére.

A csontszerkezet értékelésére szolgáló eljárásokkal szemben támasztott elméleti követelmények

A csont mechanikai jellemzőinek felmérésére szánt radiológiai képalkotó eljárásoknak kvantitatív információt kell szolgáltatniuk a csontszerkezetéről. Ideális esetben a módszert a szivacsos csontállomány szerkezeti jellemzőire kell optimalizálni – vagyis a térbeli felbontásának a

trabeculák nagyságrendjébe kell esnie. Ez azt jelenti, hogy 100 µm-es térbeli felbontás szükséges, mivel a trabeculák átlagos vastagsága 100-150 µm.

A standard röntgentechnika alkalmas a csont trabeculáris szerkezetének és a csont geometriai jellemzőinek elemzésére, mivel a felvételek térbeli felbontása elegendő ehhez. A csípőízületről in vivo készült, szabványos röntgenfelvételek térbeli felbontása nagyobb a CT és az MRI képekénél: nagyfelbontású mammográfiás-típusú film használata esetén a 40 µm-t is elérheti. Az új, digitális radiológiai eljárások felbontása kisebb, kb. 100-150 µm, de még ez is elegendő a csontszerkezet kvantitatív értékeléséhez.

A fejlett képelemző eljárásokkal röntgenfelvételekből is kinyerhető a háromdimenziós csontszerkezet értékeléséhez szükséges információ. Mindezek végeredményeként, a kétdimenziós szerkezeti mutatók híven tükrözik a csontszerkezet háromdimenziós paramétereit.

A radiológiai eljárásokon alapuló textúra-elemzés reprodukálhatóságát, variabilitásának forrásait, és pontosságát is értékelték. Megállapították, hogy a felvételek elkészítésének és feldolgozásának technikájában rejlő lehetőségek lehetővé teszik a csontszerkezet non-invazív értékelésére alkalmas eljárás kifejlesztését. Bizonyították, hogy a hagyományos radiológiai vizsgálat rendelkezik a csontszerkezet és a töréskockázat megbízható értékelése szempontjából elméleti megfontolások alapján lényeges tulajdonságokkal. A röntgenvizsgálat tehát alternatívát kínál a töréskockázat felmérésére, sőt akár a veszélyeztetett egyének kiszűrésére is.

A radiológiai vizsgálat szerepe a töréskockázat értékelésében

Az évtizedekkel korábban kidolgozott SINGH index a femur proximális szakaszának trabeculáris állományában bekövetkező, röntgenfelvételeken ábrázolódó változások vizuális értékelésével alkalmasnak bizonyult az osteoporosis súlyosságának minősítésére. Ezt az indexet alkalmazva rendkívül szoros korreláció mutatkozott az osteoporosis radiológiai, ill. szövettani értékelése között.

Az 1990-es években kimutatták, hogy a medence röntgenfelvételeken egyszerűen elvégezhető mérésekkel, előre jelezhető a csípőtáji törések kockázata. Tompább femurnyak-diaphysis szög, vékonyabb kéregállomány, és hosszabb csípőtengely esetén nagyobb a töréskockázat. Ezeket az egyszerű radiológiai mutatókat és a BMD értéket együttesen értékelve szignifikánsan pontosabbá válik a combnyaktörés kockázatának felmérése.

Más vizsgálatban a BMD-mérést a proximális femurszakasz alakjának aktív alakmodellezési (ASM)

eljárással végzett meghatározásával kombinálva 90%-ra nőtt a csonttörés előrejelzésének pontossága, ami pusztán BMD mérés esetén csupán 82%-os volt.

Az utóbbi években kifinomultabb algoritmusokat is bevezettek röntgenfelvételek előzetes feldolgozására, továbbá a szivacsos csontállomány szerkezetének kvantitatív elemzésére. Bizonyították, hogy szabványos röntgenfelvételek textúra-elemzésével meghatározhatók a csonttörésekkel szignifikánsan korreláló, az életkortól, a testtömeg indextől, vagy a csontsűrűségtől azonban független változók, amelyek ily módon kifejezetten a csontszerkezetről tájékoztatnak. A módszer érzékenysége az osteoporosis elleni gyógyszerek hatásainak kimutatásához is elegendő.

A hagyományos röntgenvizsgálat egyik jelentős előnye, hogy egyetlen, AP sugárirányú felvételen egyidejűleg elemezhető a csont geometriája és a szivacsos állomány szerkezete. A trabeculáris mutatók és a geometriai jellemzők kombinációja különösen fontos a csípőtáji törések kockázatának felmérésekor, mivel ebben a régióban a szivacsos és a kompakt csontállomány együttesen alkotják a proximális femur meglehetősen összetett szerkezetét. Kimutatták már, hogy a combnyaktörés sokkal szorosabb összefüggésben áll a femur felső szakaszának szerkezeti mutatóival, mint az alacsony csontsűrűséggel. A hagyományos röntgenvizsgálatot is a klinikai kockázatfelmérés szolgálatába állítva javulás érhető el, ám ennek érdekében standardizálni kell a felvételek készítésének és elemzésének módszereit, továbbá a csontszerkezet mutatóit is.

A csigolyatörések kockázatának felmérése során a vizsgált textúra-mutatók predikciós ereje hasonlóan bizonyult a csípőtáji törés geometriai és trabeculáris jellemzők kombinált elemzéséhez. Az eredmények megerősítik azt az elképzelést, hogy csigolyák esetében a trabeculáris szerkezet az elsődleges. További vizsgálatok bizonyítják, hogy a calcaneus felvételek alapján elvégzett szerkezeti elemzés alkalmazására, sőt az osteodenzitometriás BMD mérést kiegészítve pontosabbá teheti a töréskockázat értékelését.

Mérhető-e a csontsűrűség standard röntgenvizsgálattal?

Több klinikai vizsgálat is kimutatta, hogy az osteoporotikus betegek a standard röntgenfelvételeken ábrázolódó szivacsos csontállomány textúra-elemzésével sikeresen megkülönböztethetők az osteoporosisban nem szenvedő egyénektől. Emellett szól, hogy az osteodenzitometriával nyerhető információ radiológiai textúra-analízissel is megszerezhető. Kísérletes vizsgálatokban (cadaver és rénszarvas csontok) bebizonyították, hogy a csontsűrűségről osteodenzitometriával szerzett információ megfelelő képelemző eljárások alkalmazásával röntgenfelvételeken is meghatározható. A kísérlet során, a röntgenfelvételeken meghatározott szerkezeti mutatók és a DEXA-val mért BMD között szignifikáns korreláció mutatkozott.

A csont biomechanikai jellemzőinek értékelése röntgenvizsgálattal

Több kísérletes vizsgálatot is elvégeztek annak bizonyítására, hogy a standard röntgenvizsgálat alkalmas a csontok törékenységének felmérésére. Ezek a csont mechanikai tulajdonságai, valamint a radiológiai vizsgálattal feltárt textúra- és/vagy morfológiai/geometriai jellemzői között kerestek összefüggést. Kimutatták, hogy ezek a mutatók további, a BMD mérést kiegészítő tájékoztatással szolgálnak, szignifikáns mértékben korrelálnak a csont mechanikai tulajdonságaival és alkalmasak a csontszilárdság becslésére.

A szerzők korábbi vizsgálatai megállapították, hogy a trabeculáris állomány szerkezeti és a csont geometriai jellemzőinek kombinációja a DXA-éhoz hasonló pontossággal jelzi előre az in vitro törőterhelést. Más szerzők bizonyították, hogy a röntgenfelvételeken mért textúraparaméterek és a kompakt állomány vastagsága együttesen, a BMD értékhez hasonló mértékben szolgálnak magyarázattal a femur törési terhelésének mért értékére.

Összefoglalás és következtetések

Az osteoporotikus csonttörések kockázatának értékelése jelenleg döntően a DEXA mérésen alapul. Ez az eljárás azonban nem elegendő a törési kockázat felmérésére. A BMD érték tájékoztat a csont mennyiségéről, azonban semmit sem árul el a csontszerkezetéről, márpedig ez a csont mechanikai szilárdsága és a töréskockázat szempontjából egyaránt jelentős tényező. A töréskockázat átfogóbb értékelését célzó erőfeszítések mostanában a csont szerkezeti változásainak nyomon követésére alkalmas képalkotó eljárásokra összpontosítanak.

Egyre több bizonyíték szól amellett, hogy a hagyományos röntgenfelvételek megfelelőek a csontszerkezet és a töréskockázat elemzésére. A vizsgálati eredmények mellett szólnak, hogy mind a csípőtáji, mind a csigolyatörések kockázata megfelelően mérhető fel röntgenfelvételek elemzésével, mivel azokon ábrázolódnak és kvantitatívan értékelhetők a csont geometriai jellemzői és a szivacsos állomány szerkezete. A csontszerkezet kvantitatív értékelésére többé már nem egyedüli módszer a szabad szemmel végzett elemzés. A röntgenfelvételek textúra-alapú elemzésével előre jelezhető a csonttörések. Számos fejlett és ígéretes képfeldolgozó algoritmust dolgoztak ki. A standard röntgenvizsgálat elfogadható módszernek tekinthető a népesség tömeges szűrésére, mivel általánosan hozzáférhető, csekély ráfordítással elvégezhető és a metodikai pontossága is megfelelő. A csontszerkezet kvantitatív értékeléséhez szükséges lenne a képalkotó és -elemző eljárások, valamint a vizsgálandó csontszerkezeti jellemzők standardizálása. Ezt követően ez az ígéretes módszer az osteoporotikus csonttörés kockázatának felmérésére és a veszélyeztetett egyének kiszűrésére egyaránt beválhatna.

Forgács Sándor dr.