

Az optimális betegkiválasztást támogató képalkotó diagnosztika alapelvei akut ischaemiás stroke-ban

Készítették:

*A Magyar Neuroradiológiai Társaság megbízásából, a Magyar Radiológiai Társaság
jóváhagyásával:*

Berényi Ervin, Kövér Ferenc, Várallyay Péter, Szikora István

Budapest – Debrecen – Pécs
2017. január 31.

Engedéllyel másodközzölve, eredeti megjelenés: Magyar Radiológia 2017(3) – MRO 2017/3.

TARTALOMJEGYZÉK

1. Bevezetés	235
1.1. Előzmények	235
1.2. Új irányelvek az elülső Willis-köri nagyérelzáródás okozta akut ischaemiás stroke kezelésében	235
1.3. Új paradigma a képalkotásban	235
2. Képalkotó módszerek	235
2.1. A képalkotás célja	235
2.2. A képalkotás módszerei	235
2.3. A menthető agy vizsgálata	236
2.3.1. A kialakult ischaemiás károsodás vizsgálata: az ASPECT-osztályozás	236
2.3.2. A kollaterális keringés vizsgálata és osztályozása ASPECT szerint	236
2.3.3. Időablakon túli elülső Willis-köri nagyérelzáródások képalkotó vizsgálata	236
2.4. Javasolt képalkotási protokoll	237
3. Javasolt képalkotó-protokoll az akut ischaemiás stroke vizsgálatában	237
3.1. Natív CT ASPECT szerint	237
3.1.1. Technika	237
3.1.2. Célok	237
3.2. Multifázisos CTA ASPECT szerint	240
3.2.1. Technika	240
3.2.2. Célok	241
3.3. Az ASPECT értékelése CTA munkaképein	241
3.4. Automata szoftver használata CT ASPECT szerinti értékelésére	242
3.5. Diffúziós MR alkalmazása	244
3.5.1. Diffúziós MR-értékelés ASPECT szerint az ACM területében	244
3.5.2. Diffúziós MR a hátsó keringésben – pc-ASPECT	244
3.5.3. Diffúziós MR a károsodott agyi térfogat számításában	244
3.5.4. Diffúziós MR és a FLAIR vascularis hiperintenzitások összevetése a penumbra ábrázolására	244
4. Irodalom	245

1. Bevezetés

Az akut ischaemiás stroke (AIS) neurointervenciók kezeléséről a közelmúltban napvilágra került új eredmények, és az ezek nyomán átalakuló klinikai gyakorlat szükségessé teszi a terápiás döntés támogatását leginkább szolgáló képző-protokoll újragondolását. Az alábbiakban részletezzük az AIS képző-vizsgálatának javasolt irányelveit.

1.1. Előzmények

Az ischaemiás stroke az ipari társadalmakban a halálozás harmadik, a tartós ápolást igénylő rokkantság vezető oka. Hazánkban évente 25 000 friss stroke-esemény fordul elő. Az esetek túlnyomó többségében akut ischaemiás stroke-ban a súlyos neurológiai deficit nélküli túlélés elengedhetetlen feltétele az elzáródott érkeresztmetszet mielőbbi megnyitása. Korábban az e célra elsődlegesen (és az esetek nagy részében kizárólagosan) alkalmazott módszer az intravénás thrombolysis (IVT) volt¹. Mivel az IVT indikációja nem függött az elzáródott érszakasz lokalizációjától vagy méretétől, a betegkiválasztás vascularis képzőt nem igényelt. A thrombolysis indikációját elsősorban a kontraindikációk (vérzés, kiterjedt ischaemia, nem ischaemiás patológia) hiánya, esetleg a menthető agy (penumbra) igazolása jelentette.

A 2015-ben megjelent randomizált vizsgálatok sora²⁻⁶, valamint az ezek eredményeiből készült metaanalízis⁷ igazolja, hogy az elülső Willis-köri nagyerek elzáródása által okozott stroke esetén az elzáródást okozó vérrög mechanikus eltávolítása neurointervenciók módszerrel (mechanikus thrombectomia, MT) szignifikánsan hatékonyabb, mint az IVT önmagában.

1.2. Új irányelvek az elülső Willis-köri nagyérelzáródás okozta akut ischaemiás stroke kezelésében

A fent részletezett eredmények alapján rövid időn belül új nemzetközi terápiás irányelvek jelentek meg^{8,9}, illetve a korábbiak módosultak¹⁰. Folyamatban van, a hazai Stroke-irányelv ez irányú frissítése is. Ezek az irányelvek egységesen kimondják, hogy MT-t minden olyan esetben mérlegelni kell, amikor a tünetkezdés után 6 órán belül elülső Willis-köri nagyérelzáródás (a. carotis interna, a. cerebri media M1–2 szakasz) igazolható.

1.3. Új paradigma a képzőben

A hatékony új módszerek ismeretében a képző célja már nem lehet pusztán a kontraindikációk kizárása, mert a terápia megválasztásához (IVT, MT, konzervatív) bizonyítani vagy kizárni kell az elülső Willis-köri nagyérelzáródást. Ezért minden olyan esetben, amikor MT lehetősége felmerül (tehát AIS gyanúja esetén a tünetkezdéstől számított 6 órán belül), a kivizsgáláshoz vascularis képző is szükséges^{8,10}.

2. Képző módszerek

2.1. A képző célja

A fentiek alapján AIS-ban a korszerű képző három célt szolgál, úgymint

- (a) Kontraindikációk kizárása.
- (b) Nagyérelzáródás bizonyítása vagy kizárása.
- (c) Definitív ischaemiás károsodás vizsgálata.

2.2. A képző módszerei

A fenti célok közül (a) és (b) CT-vel teljes biztonsággal, gyorsan és hatékonyan megvalósítható. A (c) feladat tekintetében az MR hatékonyabb, ugyanakkor állandó és azonnali elérhetősége a világ legtöbb stroke-centrumában nem biztosított, hazai keretek között semmiképpen sem. Ezért a javasolt irányelvet a CT-vel elvégezhető eljárásokra alapozzuk, az alternatívaként végezhető MR-vizsgálatok megemlékezésével.

2.3. A menthető agy vizsgálata

Az elmúlt évtizedben számos olyan módszer jelent meg, mely a menthető agyállományt az agyi perfúzió függvényében ábrázolja (perfúziós CT, MR diffúzió-perfúzió mismatch). Az 1.1. alatt említett randomizált vizsgálatok egyikében sem sikerült igazolni ezen módszerek prediktív értékét a 6 órás időablakon belül elülső Willis-köri nagyérelzáródás miatt végzendő MT indikációjában. Ezért az 1.2. alatt felsorolt irányelvek a penumbra-képződést célzó komplex módszereket anélkül sorolják fel, hogy azokhoz indikációs kritériumokat kötnének, és ezekkel kapcsolatban további randomizált vizsgálatokat javasolnak^{8, 10}.

A diffúziós MR-képződés az ischaemia kezdete után ~10 perccel már érzékenyen ábrázolja a kialakuló citotoxikus oedemát, és az eredeti elmélet szerint ezzel meghatározható a magischaemia, az irreverzibilisen károsodott parenchyma. Később bebizonyosodott, hogy a kezdeti diffúziós gátoltság reperfúziót követően csökkenhet, és nem teljes egészében alakul át a végleges ischaemiás károsodású ionos oedemává.

A perfúziós és diffúziós MRI különbsége [DWI-PWI (MTT) mismatch] elméletileg objektívnak látszott a penumbra kvantifikálásában, de a vizsgálati paraméterek standardizálásának nehézsége is oka volt – időigényessége mellett – annak, hogy nem vált általánosan elterjedté.

2.3.1. A kialakult ischaemiás károsodás vizsgálata: az ASPECT-osztályozás

Mivel a penumbravizsgálatok prediktív értéke nem ad biztonságos alapot MT indikációjához, alternatívaként szolgálhat a már kialakult definitív ischaemiás károsodás pontos, lehetőleg kvantitatív ábrázolása. Az Albertai Egyetemen az AIS-ban készült natív koponya-CT objektív analízisére kidolgozott módszerről (Alberta Stroke Program Early Computed Tomography Score, ASPECT-score, (<http://www.aspectsin-stroke.com>)¹¹ jóval a MT bevezetése előtt bebizonyosodott, hogy eredménye korrelál a stroke kimenetelével, a vérzéses transzformáció és a malignus media oclusio valószínűségével^{12, 13}. Emellett megfelelő gyakorlattal alkalmazva megbízható módszer az intervenciós kezelés indikációjában is^{14, 15}.

Ezért annak ellenére, hogy a randomizált vizsgálatokban túlnyomó többségben magas ASPECT-osztályú (7–10) betegeket kezeltek, és így kiterjedt ischaemiára utaló alacsony osztályokról nincs statisztikailag értékelhető információ, az amerikai AHA-ASA ajánlás a MT-t csak ASPECT >5 osztályozásnál ajánlja¹⁰.

Ugyanazon ASPECT-osztályozás alkalmazása DWI MR-vizsgálaton hatékonyabb prediktív eszköz, mint natív CT-n¹⁶. Hasonlóképpen közlemények támasztják alá, hogy az ASPECT-osztályozás prediktív értéke jobb, amennyiben az értékelést nem a natív CT, hanem a CTA munkaképein végzik el¹⁷. E módszerek tehát hasznos alternatívái a natív CT-n végzett ASPECT-osztályozásnak.

2.3.2. A kollaterális keringés vizsgálata és osztályozása ASPECT szerint

Bár kellő információ hiányában a kezelés indikációját ma elsősorban az időablak határozza meg, nyilvánvaló, hogy az időablak önmagában nem, csupán a kollaterális keringés függvényében, és ezért egyénenként változó mértékben határozza meg a már kialakult definitív ischaemia mértékét és ezzel a kezelés esélyeit. Mivel thrombectomia indikációjához vascularis képződés nélkülözhetetlen, adódik a lehetőség, hogy dinamikus módban végzett vascularis képződéssel a kollaterális keringésről is információt nyerjünk. E feladat jól megvalósítható multifázisos CTA-val, melyről igazolták, hogy a thrombectomia kimenetele szempontjából prediktív értéke eléri, illetve meghaladja a perfúziós CT-ét¹⁸. A kollaterális keringés is értékelhető szemikvantitatív módon, az ASPECT kollaterális osztályozás segítségével (<http://www.aspectsinstroke.com/collateral-scoring/>).

2.3.3. Időablakon túli elülső Willis-köri nagyérelzáródások képződő vizsgálata

Az 1. pontban idézett randomizált vizsgálatok²⁻⁶ mindegyike kizárólag 6 órás időablakon belül vizsgálta a hagyományos kezelés és MT együttes eredményességét a hagyományos kezeléssel szemben. Általánosan elfogadott konszenzus alapján az ébredési stroke-eseteket időablakon túlnak kell minősíteni, így ezek az esetek nem szerepeltek a randomizált vizsgálatokban. Mivel ez a betegcsoport az összes stroke-esemény jelentős részét, mintegy 14%-át teszi ki¹⁹, hatékony terápiás módszer (MT) birtokában kiemelten fontos

ezekben az esetekben az időablaktól független prediktív tényezőt találni. Az e célra szervezett DAWN vizsgálatot (<https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT02142283>) a közelmúltban idő előtt leállították, mivel azokban a stroke-esetekben, ahol az utolsó tünetmentes állapottól eltelt idő 6 és 24 óra között volt, és ahol ennek ellenére diffúziósúlyozott MR- vagy perfúziós CT-vizsgálattal a maginfarktus meghatározott érték alatt maradt, a MT lényegesen eredményesebb volt, mint a hagyományos kezelés.

Ezért a jövőben szükséges lesz az ilyen esetekben komplex képalkotási protokoll (DWI MR, CTP) alkalmazása is. Erről részletesebb javaslatot a vizsgálat eredményeinek megismerése után lehet tenni.

2.4. Javasolt képalkotási protokoll

Jelenleg egyetlen képalkotó vizsgálatról sem igazolható, hogy adott beteg esetében egyértelműen bizonyítaná vagy kizárná a thrombectomia hatékonyságát. Kétségtelen ugyanakkor, hogy az indikációhoz keresztmetszeti és vascularis képalkotás nélkülözhetetlen. Ennek ideális eszköze valószínűleg az MR és az MRA, mely azonban a stroke-ot kezelő intézmények nagy részében egyelőre nem elérhető azonnal és 24 órán keresztül. Ezért mint az akut stroke-képalkotás minimális protokollja, natív CT és CTA javasolt, mégpedig a minél objektívebb értékelés érdekében mindkettő ASPECT szerint osztályozva.

Mivel a natív CT osztályozása nem mentes szubjektív elemektől, a gondos leletezés mellett automata ASPECT kiértékelő szoftver²⁰ alkalmazása is javasolt.

Az egységes protokoll alkalmazásának előnye, hogy megkönnyíti és objektívvá teszi az AIS kezelésében részt vevő intézmények közötti kommunikációt, továbbá lehetővé teszi országos adatbázis létrehozását és működtetését.

3. Javasolt képalkotó-protokoll az akut ischaemiás stroke vizsgálatában

3.1. Natív CT ASPECT szerint

3.1.1. Technika

A vizsgálatot a foramen magnumtól a koponyatetőig végezzük.

Vastag, 5 mm-es és vékony, 1–1,5 mm-es axiális szeletek készülnek az orbitomeatalis vonal síkjára döntve.

3.1.2. Célok

Vérzés kizárása, valamint egyéb, akut neurológiai deficittel járó nem ischaemiás patológia felismerése

Ha ezek a kontraindikációk kizárhatók, akkor késlekedés nélkül folytatni kell a vizsgálatot multifázisos CT-angiográfiával.

Korai ischaemiás jelek kimutatása

– A vastag, 5 mm-es szeletek értékelendők.

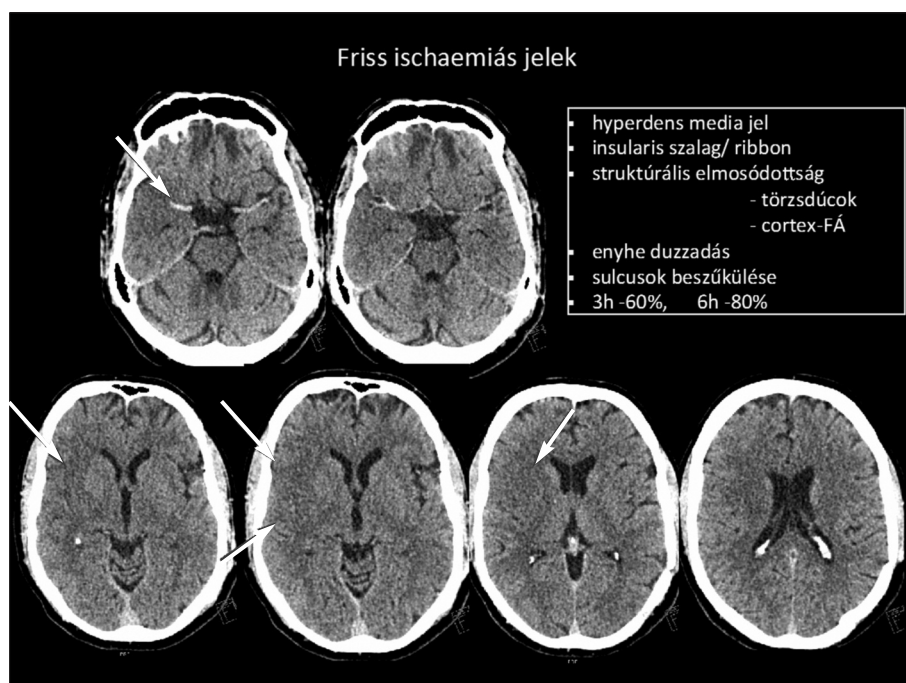
– Korai ischaemiás jelek: strukturális elmosódottság, halvány hipodenzitás a törzsdüci régióban, insularisan (insularis szalag jel eltűnése) és bárhol corticalisan, azaz a szürke-fehérállomány határa elmosódottá válik. Ezenkívül enyhe duzzadás és a sulcusok beszűkülése (**1. ábra**).

– A hagyományos agyablak (W80/C35) mellett szükséges szűkebb ablakszélességet és kissé alacsonyabb ablakközéptérteket is alkalmazni (W40–45/C30–35), mellyel az agyszöveten belüli kontraszt fokozható és így a friss ischaemiás jelek nagyobb eséllyel észrevehetőek (**2, 3. ábra**).

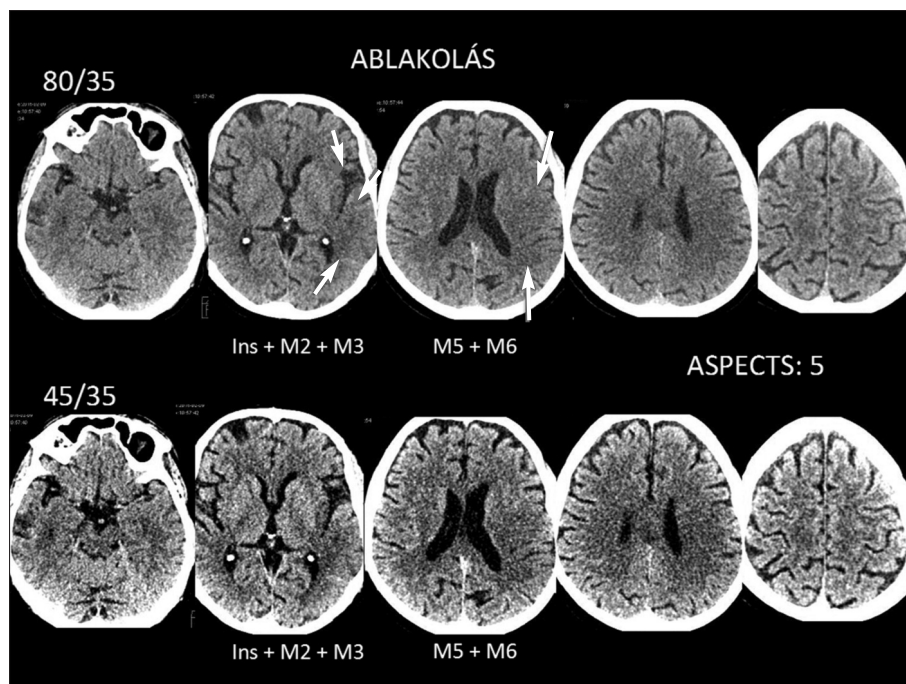
Az ischaemiás károsodás kiterjedésének meghatározása

– ASPECTS (Alberta Stroke Program Early CT Score¹¹): (szemi)kvantitatív topográfias CT-pontszám, melynek célja az, hogy pontosítsuk az ischaemiás károsodás kiterjedésének mértékét, standardizáljuk az értékelést és ezáltal összehasonlíthatóvá tegyük a vizsgálatokat, akár különböző centrumok között is.

– Csak az ACM territóriumra vonatkozik a rendszer, mely a következőképpen épül fel: az ACM ellátási



1. ábra. Friss ischaemiás jelek



2. ábra. Szűkebb ablakbeállítással a strukturális elmosódottság/halvány hipodenzitás jobban elkülönül

két, egymást követő szeleten kell látni és így kizárni, hogy nem parciális volumeneffektusról van szó.

– Nem feltétlenül kell, hogy egy struktúra teljes egészében involvált legyen: például gyakran tapasztalható, hogy a nucleus lentiformisnak és az insulának csak egy része lesz halványan hipodenz; ezekben az esetekben is le kell vonni az 1 pontot.

területe 10 részre van elosztva (4. ábra). Subcorticalisan három struktúrát kell elkülöníteni: putamen, nucleus caudatus, capsula interna. Corticalisan marad hét régió: insula, az alatta lévő cortex M2, ez előtti és mögötti területek pedig M1 és M3. A nucleus caudatus feje feletti síkokban található az M4, M5 és M6 régiók, melyek az M1–M3 régiók felfelé való kiterjesztései. A centrális régió az M5-be esik. Mindegyik struktúra 1 pontot ér, így normális esetben a maximális pontszám 10. A korai ischaemiás jelek detektálásával a 10-es pontszámból le kell vonni annyit, ahány régió érintett. Tehát minél nagyobb az ischaemiás károsodás, annál kisebb lesz az ASPECT-pontszám. (Számptalan tanulmány igazolta, hogy az ASPECT-pontszám megjósolja a reperfüziós vérzés kockázatát és a funkcionális kimenetelt.)

– Az ASPECTS meghatározásakor az egész agyat, az összes szeletet értékelni kell!

Sematikus ábrázoláshoz viszont jól használható két reprezentatív szelet: egy a törzsdúcok síkjában, egy pedig az oldalkamrák felső szintjében, így ezeken bejelölve az ischaemia kiterjedése ránézésre egyértelmű (5. ábra).

– Továbbá, a halvány hipodenzitást legalább

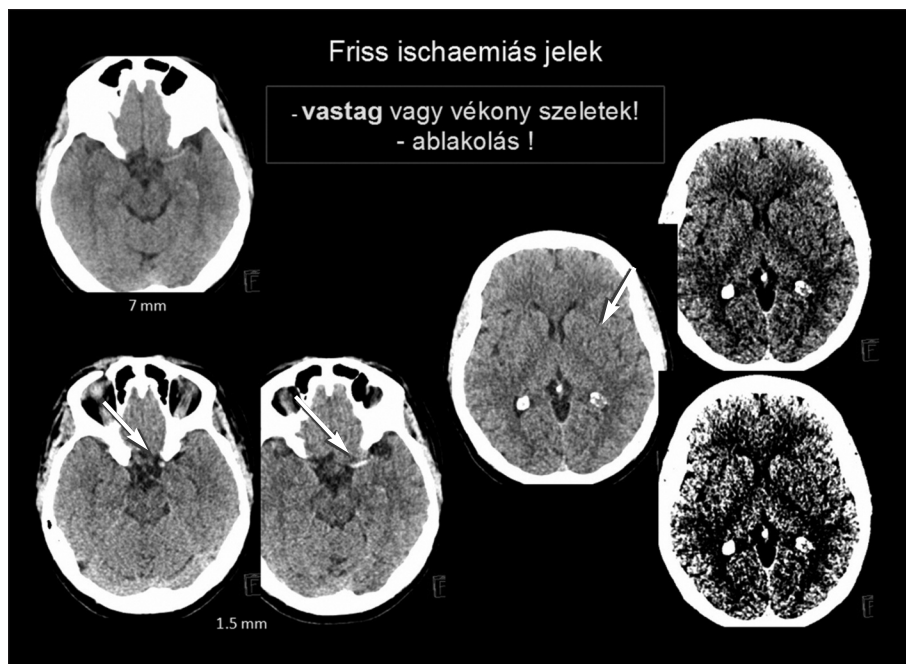
– Nehezítik a korrekt ASPECTS-értékelést a krónikus ischaemiás eltérések és műtermékek.

Thrombus közvetlen kimutatása

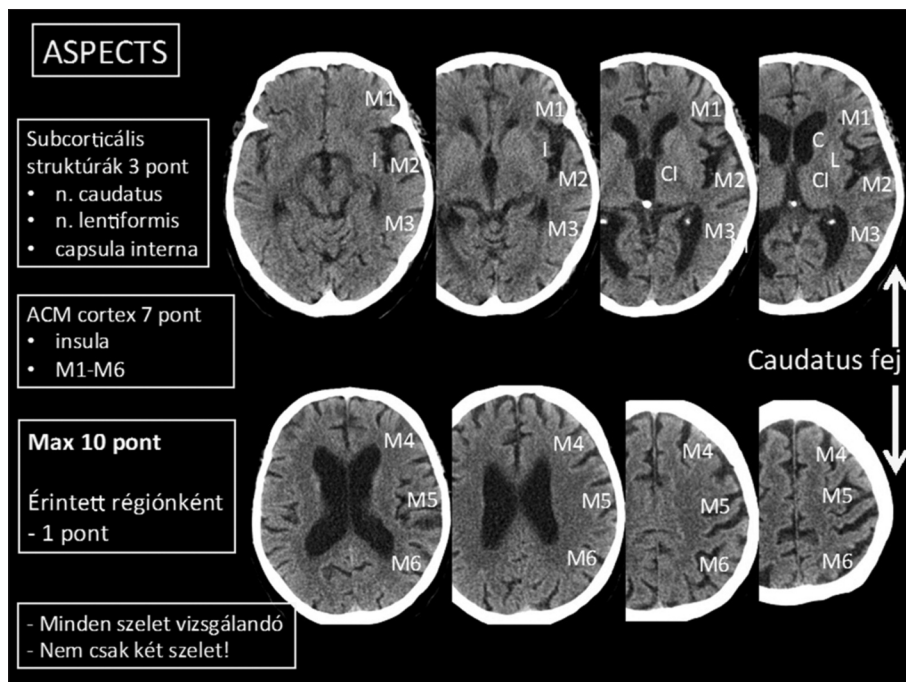
– Az artériákban lévő, thrombusra utaló kóros hiperdenzitást is detektálhatjuk natív CT-vel. Ehhez a vékony szeleteket kell használni. Bár a kóros hiperdenzitás legtöbbször az ACM-ben azonosítható (első leírója Gács Gyula), megjegyzendő, hogy a többi basalis artériában (ACI, ACA, AV, a basilaris és ACP) is megfigyelhető, sőt hiperdenz pont (dot sign) jelként az M2-ágakban is detektálható. Az artériát elzáró thrombusban a kóros hiperdenzitás a véralvadékban létrejövő megemelkedett hematokrit következménye. Így az átlagos hematokritértékű áramló vér kisebb mint 40 HU denzitása a thrombusban akár 80 HU körülire emelkedhet.

– Fontos kiemelni, hogy a hiperdenz thrombus detektálásának hiánya nem zárja ki az érelzáródást. A thrombus láthatósága nagymértékben függ a thrombus nagyságától, kialakulásának idejétől és leginkább a szeletvastagságtól. Míg vastag szeleteken a kimutathatósága körülbelül 30–50%, a multidetektoros CT-vel készült vékony szeleteken a szenzitivitás radikálisan fokozódik 80–100%-ra (3. ábra).

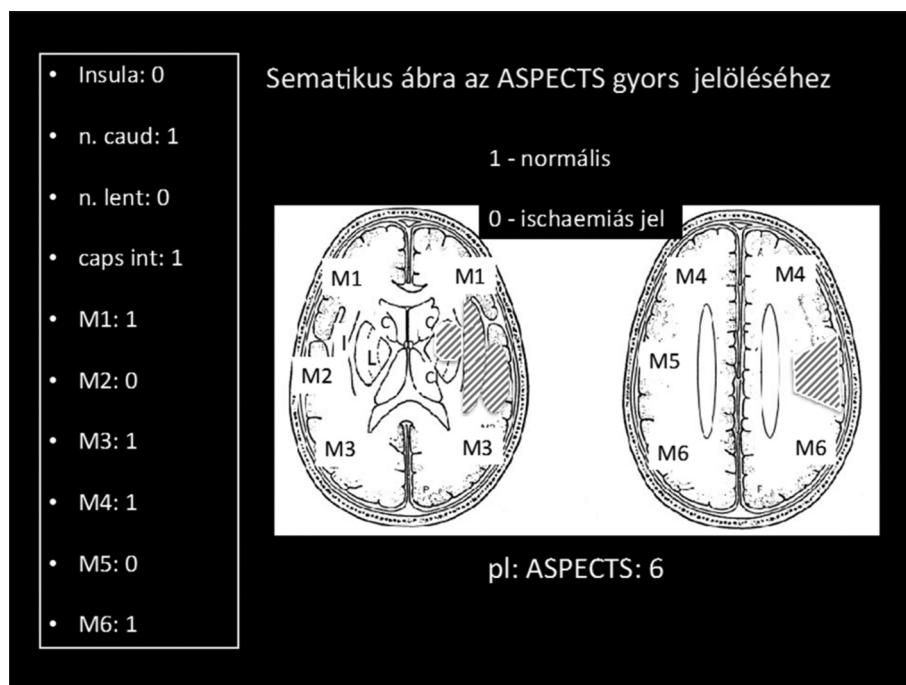
– A vékony szeletek másik értéke, hogy segíthetnek tisztázni bizonyos műtermékeket, például sulcusok parciális volumeneffektusa miatt a vastag szeleteken esetleg létrejövő kis halvány hipodenzitásokat.



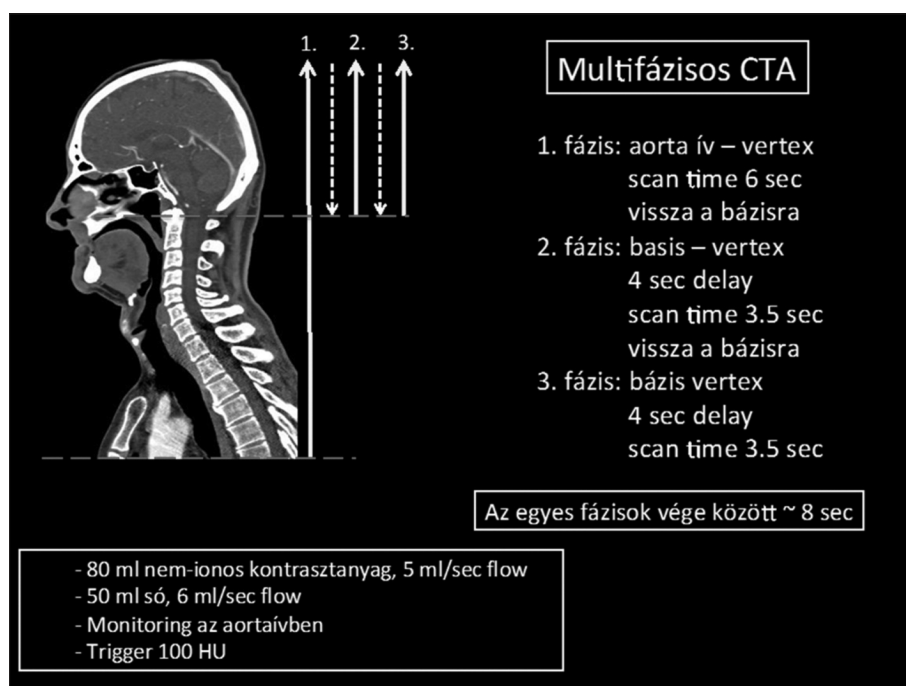
3. ábra. Vékony szeleteken, ellentétben a vastag képpel a hiperdenz mediajel egyértelmű, sőt az ACI-ben is azonosítható. Szűkített ablakolással a nucleus lentiformis elmosódottsága szembetűnőbb



4. ábra. ASPECTS rendszer



5. ábra. Sematikus ábra az ASPECTS gyors regisztrálásához



6. ábra. Multifázisos CTA technikája

3.2. Multifázisos CTA ASPECT szerint

A multifázisos (három-fázisos) CTA¹⁸ magában foglal egy hagyományos CTA-t az aortaívtól a koponyatetőig, melyet kis időkülönbséggel még két mérés követ a foramen magnumtól a koponyatetőig (6. ábra). Így az agyi keringést és ezzel a kollaterális telődést az idő függvényében tanulmányozhatjuk.

3.2.1. Technika

A multifázisos CTA alapparaméterei:

- 80 ml nem ionos kontrasztanyag, 5 ml/sec flow
- 50 ml só, 6 ml/sec flow
- Monitoring az aortaívben
- Trigger 100 HU

Három fázisban készül helicalis adatgyűjtés (6. ábra)

1. fázis: aortaív-vertex
2 sec delay, ~6 sec scan time
2. fázis: foramen magnum-vertex
4 sec delay, ~3.5 sec scan time
3. fázis: foramen magnum-vertex
4 sec delay, ~3.5 sec scan time

A pontos időtartamok géptől függően kissé eltérhetnek.

- Az első fázis után tehát már csak a foramen magnumtól készül újabb sorozat, majd ezt még egyszer megismételjük.

- A delay-ek (időkésleltetés) alatt áll be az asztal az új kezdő pozícióba.

- Így az egyes fázisok vége között körülbelül 8 másodperc különbség van.
- 0,6 mm-es forrásképek készülnek.
- Az első fázisban, az aortaívtól a vertexig készült sorozatból forgatható MIP (maximum intensity pro-

jection) és VRT (volume rendering technique) rekonstrukciók, valamint MPR (multiplanaris rekonstrukció) készülnek. Ezek mellett mindig javasolt az axiális forrásképek áttekintése is.

– A kollaterális keringés megítéléséhez a forrásképek is értékelhetők, de gyorsabb és jobb áttekintést nyújtanak az ezekből rekonstruálható axiális MIP-képek, melyeket mindhárom fázisban el kell készíteni a foramen magnumtól a vertexig.

– A MIP-képek vastagsága (image thickness) 24 mm, az ezek közötti távolság (distance between images) 4 mm. Így körülbelül 30 MIP-kép készül a koponyáról mind-egyik fázisban.

Alberta CTA kollaterális skála		
jó	5	Az egészséges keringésű, ellenoldali áramlással összehasonlítva: - nincs telődési késés, a distalisabb érhálózat szabályosan, vagy fokozottan ábrázolódik az elzáródott artéria által ellátott területen
	4	Az egészséges keringésű, ellenoldali áramlással összehasonlítva: - egy fázis telődési késés látható, szabályosan ábrázolódó distalis érhálózattal
közepes	3	Az egészséges keringésű, ellenoldali áramlással összehasonlítva: - két fázis telődési késés látható, szabályosan ábrázolódó distalis érhálózattal - egy fázis telődési késés látható kevésbé ábrázolódó distalis telődéssel (kisebb lumen, vagy kevesebb ér)
	2	Az egészséges keringésű, ellenoldali áramlással összehasonlítva: - két fázis telődési késés látható kevésbé ábrázolódó distalis érhálózattal - egy fázis késés látható, néhány régióban nem ábrázolódó érszerkezettel
gyenge	1	Az egészséges keringésű, ellenoldali áramlással összehasonlítva: - minden fázisban csak néhány ér ábrázolódik
	0	Az egészséges keringésű, ellenoldali áramlással összehasonlítva: - nem látható érhálózat egyetlen fázisban sem

7. ábra. A kollaterális keringés pontozása az Alberta CTA rendszerrel

3.2.2. Célok

Nagyérelzáródás kimutatása

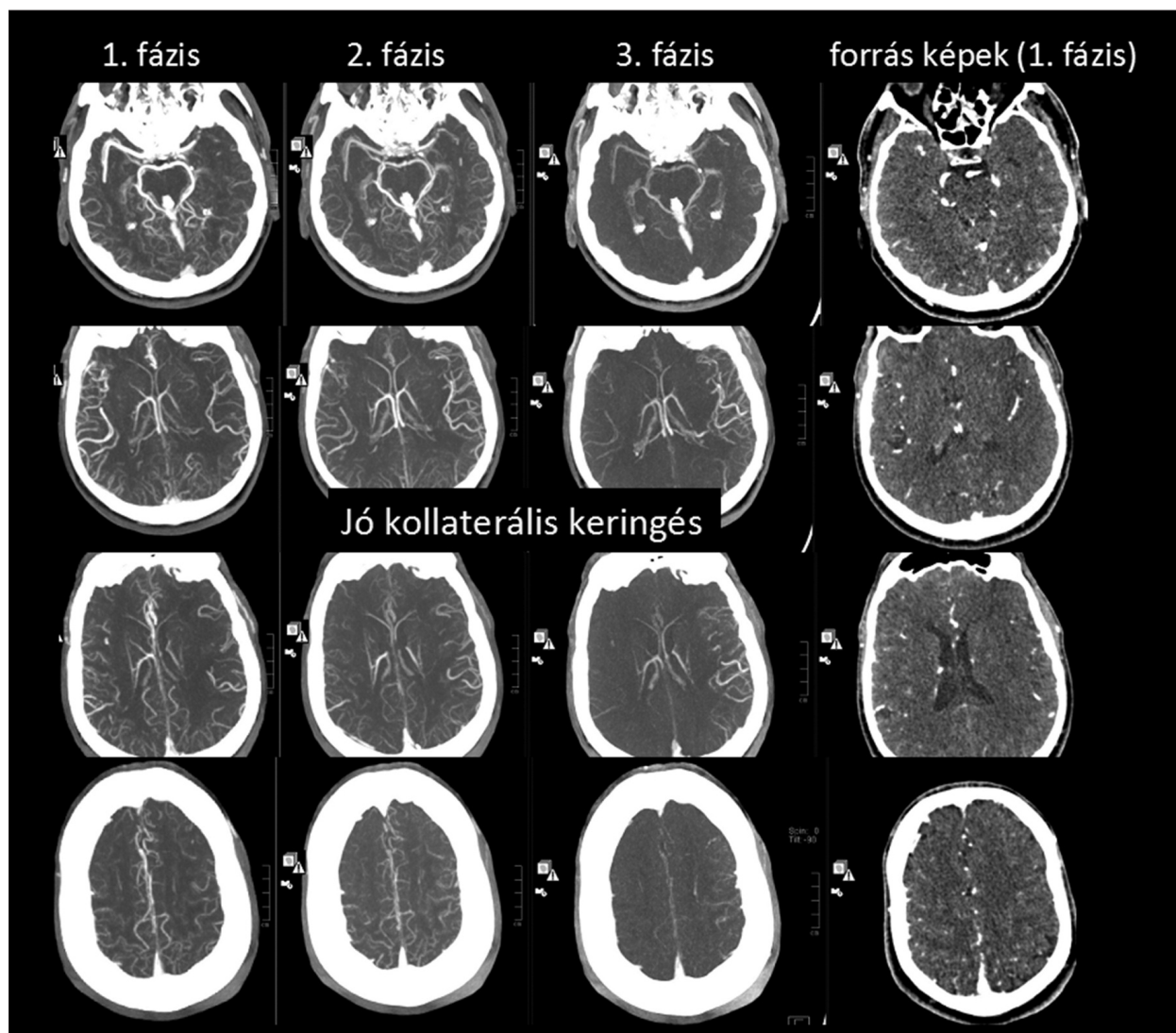
– Az első fázisban készült képeken kell megállapítani az érelzáródás helyét, mely lehet az intracranialis vagy a nyaki artériákon, vagy mindkettőn. Az elzáródott nagyér kontrasztfestődésének abrupt módon való végződése általában egyértelmű és kiválóan azonosítható a forgatható VRT- és MIP-rekonstrukciókon. Az M2-ágak elzáródásának észrevétele nagyobb figyelmet igényel!

Kollaterális keringés megítélése

– A nagyérelzáródás detektálása után rögtön következik a kollaterális keringés értékelése.
– A mindhárom fázisról készült axiális MIP-képeken a kóros oldal perifériás érfestődésének intenzitását és kiterjedését viszonyítjuk a normális ellenoldalhoz. Jó, közepes, valamint rossz kollaterális keringést különböztetünk meg (7. ábra). Jó kollaterális keringés esetén a thrombectomia után jó funkcionális kimenetel várható, míg a közepes és rossz kollaterális keringés kedvezőtlen kimenetellel korrelál. Példa a jó és rossz kollaterális keringésre (8. és 9. ábra).

3.3. Az ASPECT értékelése CTA munkaképein

A natív CT-vizsgálat képein az ASPECT-értékelés legfontosabb alapjai a korai ischaemiás területek diszkrét hipodenzitása, a kéreg és a fehérállomány elmosódottsága. A CTA-munkaképeken ugyanakkor az érintett területeken, az ellenoldal azonos régiójával összehasonlítva a denzitáskülönbséghez az intravénás kontrasztanyag eltérő perfúziója is hozzájárul. E miatt az információ valójában kettős, a natívan is tapasztalható hipodenzitást a csökkent kontrasztanyag-halmozásban jelentkező hipoperfúzió fokozhatja. A CTA munkaképek (source images) elemzésével SI-ASPECTS score számolható, melynek metodikája meg-egyezik a natív CT-felvételek elemzésénél leírtakkal. Ugyanakkor az eddigi eredmények alapján az SI-ASPECTS a várható kimenetelt és a végleges infarktus méretét jobban becsli.

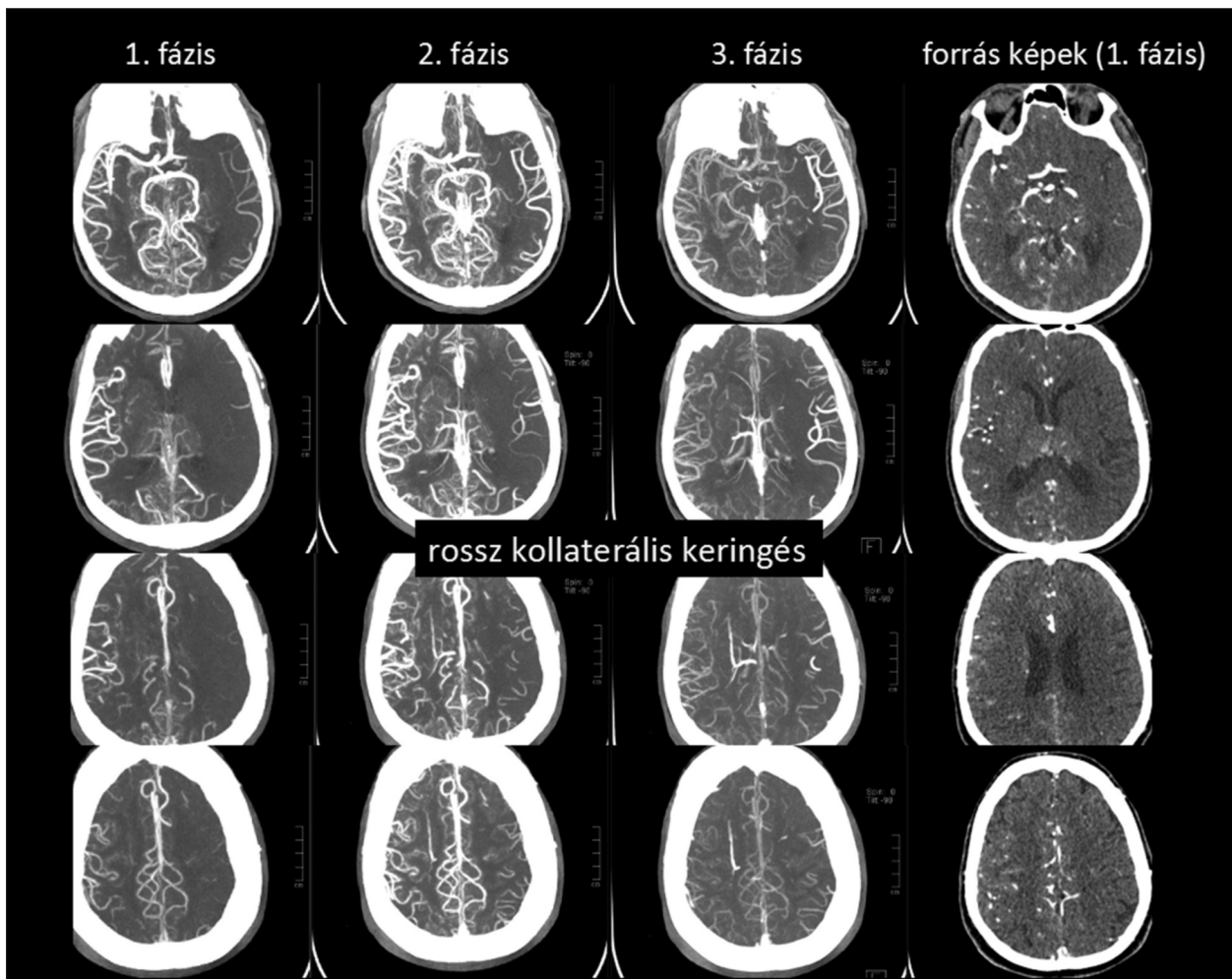


8. ábra. Jó kollaterális keringés. Bal oldali ACM occlusio. Már az 1. fázisban csaknem az ellenoldalhoz hasonló intenzitással és kiterjedéssel festődik a perifériás érhalózat, mely a 2. fázisban az ellenoldalhoz teljesen hasonlóvá válik. A 3. fázisban perzisztáló érfestődés látható a kissé megnyúlt kollaterális keringési idő miatt

Megállapítható az is, hogy a 0–5 SI-ASPECTS score erős összefüggést mutat a rekanalizáció várható eredménytelenségével MT esetében¹⁷.

3.4. Automata szoftver használata CT ASPECT szerinti értékelésére

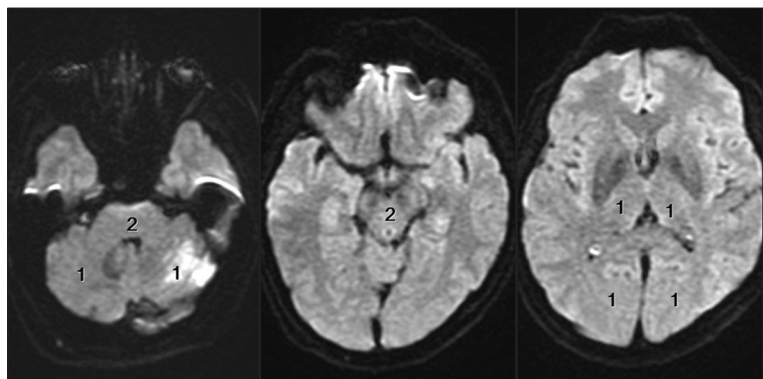
A natív CT-vizsgálaton a korai ischaemiás jelek felismerése és ASPECTS szerinti értékelése erős szórást mutat még a tapasztalt radiológusok között is. Ez az intra- és interobszerver variabilitás szükségessé tette egy olyan szoftver kifejlesztését, mely automatikusan meghatározza az ASPECT-pontszámot. A natív CT-vizsgálat adathalmaza a vizsgáló munkaállomásról közvetlenül rátölthető a kórházi hálózaton belüli e-ASPECTS szerverre. A program körülbelül 2 perc alatt automatikusan elvégzi a kiértékelést és kvantifikálja a korai ischaemiás jeleket, majd az elkészült e-ASPECTS-képek elérhetők a PACS rendszeren vagy akár e-mailen anonimizált formában is. Az e-ASPECTS CT-képeken a károsodott régió pirossal beszíneződik, így vizuálisan azonnal értékelhetők. Egy tanulmányban az e-ASPECTS 88%-os pontossággal azonosította az ischaemiás jeleket (*Simon Nagel et al. Equivalence between e-ASPECTS and neuroradiologists for*



9. ábra. Rossz kollaterális keringés. Bal oldali ACM occlusio. Az 1. fázisban csak minimális perifériás érfestődés látható, mely a későbbi fázisokban is lényegesen elmarad mind intenzitásában, mind kiterjedésében

assessing ischemic changes on CT scans of acute stroke.). Egy másik study kimutatta, hogy az e-ASPECTS hasonlóképpen teljesít mint a tapasztalt orvosok, és felülmúlja a rezidensek képességét az akut ischaemiás jelek detektálásában²⁰.

A szoftver kiküszöböli az intra- és interobszerver variabilitást, valamint reprodukálható és standardizált eredményeket ad. A szoftver célja nem a tapasztalt orvosok helyettesítése, hanem az, hogy segítse az orvosokat a hétköznapi klinikai rutin munkában és a kutatásban. A várható hasznok: azonnali hozzáférhetőség, objektivitás, standardizálás, időmegtakarítás és



10. ábra. pc-ASPECTS, vagyis az ASPECTS rendszer alkalmazása a hátsó keringésre: az itt is maximális 10 pontból a mesencephalon és a híd MRI-vel igazolt ischaemiája esetén 2-2, míg a thalamus, occipitalis lebeny és cerebellum érintettsége esetén oldalanként 1-1 pontot kell levonni

segítség a terápiás döntéshozatalban és mindezek következményeként a betegek funkcionális kimenetelének javítása.

3.5. Diffúziós MR alkalmazása

Noha a perfúziós és diffúziós MRI különbsége (DWI-PWI [MTT] mismatch) nem vált általánosan elterjedté, a diffúziós MR-vizsgálat önmagában is igen érzékenyen ábrázolja a kialakult ischaemiás károsodást.

3.5.1. Diffúziós MR-értékelés ASPECT szerint az ACM területében

A rutinszerűen alkalmazott 0–(500)–1000 b értékkel készülő MR-vizsgálatok alkalmasak az ischaemia ábrázolására. A diffúziós zavar az 1000-es b értékű trace-képeken vagy az ADC térképen egyaránt jól láthatóan meghatározható, és az ASPECTS-érték a törzdúcok síkjában és a fölött megállapítható, értékelése a natív CT elemzésének megfelelő módon történik elülső keringésbeli ischaemiák esetén (lásd 3. pont alatti javaslat).

3.5.2. Diffúziós MR a hátsó keringésben – pc-ASPECT

Hátsó keringésbeli AIS esetében is vezettek be és igazoltak a kimenetellel jól korreláló és az ASPECTS-elvelet oda alkalmazó gyors értékelési módszert²¹. Ezen koncepció szerint a hídban és a mesencephalonban levő ischaemiát bizonyító diffúziós gátoltság esetén 2-2 pontot, míg a cerebellumban, occipitalis lebenyben és thalamusban levőknél oldalanként 1-1 pontot kell levonni az indulási 10 pontból (**10. ábra**).

3.5.3. Diffúziós MR a károsodott agyi térfogat számításában

A diffúziós mérésen (ADC) alapuló ischaemiás térfogat 70 cm³-t meghaladó esetben az IVT és az MT hiábavalóságát is jelentheti.

Kalkulálására az ABC/2 formulát találták a valóságot leginkább megközelítő mérési módszernek, ahol a három merőleges síkban mért legnagyobb átmérő szorzatát felezve nyerhető az érintett térfogat legpontosabb becslése.

3.5.4. Diffúziós MR és a FLAIR vascularis hiperintenzitások összevetése a penumbra ábrázolására

Egyszerűsége is támogatja az oligoemián alapuló FLAIR vascularis hiperintenzitás (FVH) kiterjedése és a magischaemiának tartott diffúziós jelzavar nagysága közötti különbség meghatározását, amely a penumbra ábrázolásának új lehetősége. Ennek megítéléséhez a stroke-protokollban az axiális síkú FLAIR-mérés alkalmazása ajánlott²³.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerzők köszönetet mondanak dr. Fazekas Péternek a dolgozat létrejöttéért folytatott fáradozásáért, dr. Barsi Péternek a Magyar Neuroradiológiai Társaság Támogatásáért és Vadász Ágnesnek a munka technikai gondozásáért.

4. Irodalom

1. Hacke WG, Fieschi DC, et al. Association of outcome with early stroke treatment: pooled analysis of ATLANTIS, ECASS, and NINDS rt-PA stroke trials. *Lancet* 2004;363(9411):768-74.
2. Saver JL, Goyal M, Bonafe A, et al. Stent-retriever thrombectomy after intravenous t-PA vs. t-PA alone in stroke. *N Engl J Med*, 2015.
3. Jovin TG, Chamorro A, Cobo E, et al. Thrombectomy within 8 hours after symptom onset in ischemic stroke. *N Engl J Med*, 2015.
4. Goyal M, Demchuk AM, Menon BK, et al. Randomized assessment of rapid endovascular treatment of ischemic stroke. *N Engl J Med*, 2015.
5. Campbell BC, Mitchell PJ, Kleinig TJ, et al. Endovascular therapy for ischemic stroke with perfusion-imaging selection. *N Engl J Med*, 2015.
6. Berkhemer OA, Fransen PS, Beumer D, et al. A randomized trial of intraarterial treatment for acute ischemic stroke. *N Engl J Med* 2015;372(1):11-20.
7. Goyal M, Menon BK, van Zwam WH, et al. Endovascular thrombectomy after large-vessel ischaemic stroke: a meta-analysis of individual patient data from five randomised trials. *Lancet* 2016;387(10029):1723-31.
8. Wahlgren N, Moreira T, Michel P, et al. Mechanical thrombectomy in acute ischemic stroke: Consensus statement by ESO-Karolinska Stroke Update 2014/2015, supported by ESO, ESMINT, ESNR and EAN. *International Journal of Stroke* 2016;11(1):134-7.
9. Fiehler J, Cognard C, Gallitelli M, et al. European Recommendations on Organisation of Interventional Care in Acute Stroke (EROICAS). *Int J Stroke* 2016;11(6):701-16.
10. Powers WJ, Derdeyn CP, Biller J, et al. 2015 AHA/ASA Focused Update of the 2013 Guidelines for the Early Management of Patients With Acute Ischemic Stroke Regarding Endovascular Treatment: A Guideline for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke* 2015.
11. Pexman JH, Barber PA, Hill MD, et al. Use of the Alberta Stroke Program Early CT Score (ASPECTS) for assessing CT scans in patients with acute stroke. *AJNR Am J Neuroradiol* 2001;22(8):1534-42.
12. Hirano T, Sasaki M, Tomura N, et al. Low Alberta Stroke Program Early Computed Tomography Score Within 3 Hours of Onset Predicts Subsequent Symptomatic Intracranial Hemorrhage in Patients Treated with 0.6 mg/kg Alteplase. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2011.
13. MacCallum C, Churilov L, Mitchell P, et al. Low Alberta Stroke Program Early CT score (ASPECTS) associated with malignant middle cerebral artery infarction. *Cerebrovasc Dis* 2014;38(1):39-45.
14. Gupta AC, Schaefer PW, Chaudhry ZA, et al. Interobserver reliability of baseline noncontrast CT Alberta Stroke Program Early CT Score for intra-arterial stroke treatment selection. *AJNR Am J Neuroradiol* 2012;33(6):1046-9.
15. Psychogios MN, Schramm P, Frolich AM, et al. Alberta Stroke Program Early CT Scale evaluation of multimodal computed tomography in predicting clinical outcomes of stroke patients treated with aspiration thrombectomy. *Stroke* 2013;44(8):2188-93.
16. McTaggart RA, Jovin TG, Lansberg MG, et al. Alberta stroke program early computed tomographic scoring performance in a series of patients undergoing computed tomography and MRI: reader agreement, modality agreement, and outcome prediction. *Stroke* 2015;46(2):407-12.
17. Kawiorski MM, Martinez-Sanchez P, Garcia-Pastor A, et al. Alberta Stroke Program Early CT Score applied to CT angiography source images is a strong predictor of futile recanalization in acute ischemic stroke. *Neuroradiology*, 2016.
18. Menon BK, d'Esterre CD, Qazi EM, et al. Multiphase CT Angiography: A New Tool for the Imaging Triage of Patients with Acute Ischemic Stroke. *Radiology* 2015:142256.
19. Mackey J, Kleindorfer D, Sucharew H, et al. Population-based study of wake-up strokes. *Neurology* 2011;76(19):1662-7.
20. Herweh C, Ringleb P, Rauch G, Gerry S, et al. Performance of e-ASPECTS software in comparison to that of stroke physicians on assessing CT scans of acute ischemic stroke patients. *International Journal of Stroke*, 2016.
21. Tei H, Uchiyama S, Usui T, et al. Posterior circulation ASPECTS on diffusion-weighted MRI can be a powerful marker for predicting functional outcome. *J Neurol* 2010;257(5):767-73.
22. Sims JR, Gharai LR, Schaefer PW, et al. ABC/2 for rapid clinical estimate of infarct, perfusion, and mismatch volumes. *Neurology* 2009;72(24):2104-10.
23. Legrand L, Tisserand M, Turc G, et al. Do FLAIR vascular hyperintensities beyond the DWI lesion represent the ischemic penumbra? *AJNR Am J Neuroradiol* 2015;36(2):269-74.