

---

**AZ UTEROPLACENTÁRIS ÉS A  
MAGZATI KERINGÉS ULTRAHANG  
VIZSGÁLATA**

---

**ARANYOSI JÁNOS DR.**

**DOE NŐI KLINIKA, DEBRECEN**

**2000.**

## TARTALOM

---

Bevezetés.....	5
Az áramlásmérés fizikai alapjai .....	6
A Doppler sebesség-hullám .....	7
A Doppler sebesség hullám értékelése .....	7
Az uteroplacentáris keringés .....	8
Az uteroplacentáris keringés változásai a terhesség során .....	8
Az arteria uterina véráramlásának jellemzői élettani és kóros terhességben .....	10
Az arteria uterina kóros keringésének klinikai jelentősége .....	11
A fetoplacentáris keringés.....	12
Az arteria umbilicalis véráramlása élettani terhesség során.....	12
Az artéria umbilicalis kóros vérkeringésének klinikai jelentősége .....	14
A magzati keringés Doppler ultrahang vizsgálata.....	15
A magzat artériás keringésének ultrahang vizsgálata .....	16
A magzati főverőér (aorta descendens) .....	16
Az aorta descendens kóros véráramlásának klinikai jelentősége .....	17
Az arteria cerebri media (MCA).....	17
Az MCA kóros véráramlásának klinikai jelentősége .....	18
Az arteria renalis vérkeringése az élettani terhesség során.....	19
Az arteria renalis Doppler ultrahang vizsgálatának klinikai alkalmazása .....	19
Egyéb magzati artériák .....	20
A magzat vénás vérkeringésének Doppler ultrahang vizsgálata.....	22
A vena umbilicalis .....	22
A ductus venosus Arantii.....	22
A vena cava inferior .....	23

A vénás keringés Doppler ultrahang vizsgálatának klinikai alkalmazása.....	24
A maternofetális vérkeringés Doppler ultrahang vizsgálatának javallatai.....	27
Szűrővizsgálatok.....	27
Az arteria umbilicalis szűrővizsgálata .....	27
Az arteria uterina szűrővizsgálata .....	28
Diagnosztikus vizsgálatok .....	29
A Doppler vizsgálat szerepe a csökkent lepényi teljesítmény ellenőrzésében.....	29
A chronicus lepényi elégtelenség haemodynamikai jellemzői .....	30
A Doppler vizsgálat szerepe a terhességi hypertonia felismerésében és követésében.....	31
A Doppler vizsgálat szerepe az intrauterin magzati retardatio klinikai ellátásában.....	32
A Doppler ultrahang szerepe az ikerterhesség szövődményeinek felismerésében és ellátásában	35
A Doppler ultrahang jele az Rh sensibilisatio kivizsgálásában és kezelésében.....	37
A Doppler vizsgálat szerepe a magzati állapot észlelésében.....	39
Az acut magzati hypoxia haemodynamikai jelei.....	40
A magzat szülés alatti állapotának észlelése Doppler ultrahang segítségével.....	41
A Doppler index hányados és a csökkent diastolés áramlási sebesség (AREDV) gyakorlati vonatkozásai .....	42
A Doppler index hányados klinikai jelentősége .....	42
A keringésvizsgálat menete .....	45
A magzati artériás és vénás vérkeringés Doppler ultrahang vizsgálatának gyakorlati szempontjai....	47
Arteria umbilicalis .....	47
Aorta descendens .....	48
Arteria cerebri media (MCA).....	48
Arteria renalis .....	49
Arteria uterina .....	49
Vena umbilicalis.....	49
Ductus venosus.....	50
Vena cava inferior .....	50

Összefoglalás.....	51
Melléklet.....	52

## BEVEZETÉS

---

A magzati állapot észlelésének igénye egyidős a klasszikus szülészettel. A régmúltban a terhességet a havi vérzés elmaradásából valószínűsítették, korát a múltó teliholdak számolásával állapították meg és fejlődését a méhfenék növekvő magassága alapján követték. A magzat életjelei közül évszázadokig csupán a magzatmozgásokat ismerték, majd a szívhangok azonosításáról először egy francia belgyógyász számolt be 1821-ben. A XIX. század második felétől terjedt el a szívhangok szülés alatti ellenőrzése, miután felismerték, hogy jellegük a magzat állapotáról fontos tájékoztatást ad. A XX. század elején a szív működés detektálására újabb és pontosabb eredményt adó eljárások születtek. A phonocardiograph őseit 1908-ban találták fel. A külső electrocardiographot 1909-től kezdték alkalmazni, amely 1961-ben érte el fejlődése csúcsát. Direkt magzat EKG vizsgálatot 1956-tól végeztek sikerrel (Goodlin 1979-5). E módszerek tündöklését azonban hamarosan elhomályosította az ultrahang készülékek megjelenése. A ma is diadalútját járó ultrahang diagnosztika alapját két felfedezés képezi. Christian Andreas Doppler 1842-ben publikálta a mozgó tárgyról visszavert hullám frekvencia eltolódásáról szóló tézisét. Pierre és Jacques Curie 1880-ban ismerte fel a piezoelektromos jelenséget, amely az ultrahang transducerek működésének alapja.

A Doppler sonographia orvosi alkalmazására először az 1950-es évek legvégén Japánban került sor. Az Amerikai Egyesült Államokban 1959-ben alkották meg a folyamatos, majd 1966-ban a szakaszos hullám-kibocsátású Doppler készüléket. További technikai áttörést jelentett a kétdimenziós mozgókép kifejlesztése, majd a duplex üzemmód megjelenése az 1980-as évek során. A mechanikus transducert elektronikus egység váltotta fel, amely kis mérete révén intravaginálisan is alkalmazható. A szinkódolás megvalósítása megbízhatóvá tette a kisebb erek felkeresését és azonosítását. A növekvő érzékenységgel második és harmadik generációs Doppler készülékek megkönnyítették az egészen kis energiájú, lassú véráramlás vizsgálatát is. A felgyorsult fejlődés eredményeként korábban látszólag elérhetetlen területek anatómiai pontosságú leképezése valósulhatott meg, amelyet a térhatású ábrázolás és a működés megítélésének lehetősége gazdagított. A Doppler technikát a szülészetben eleinte a szív működés kimutatására, később a szívfrekvencia folyamatos monitorozására használták. Az arteria umbilicalis véráramlásának vizsgálatát elsőként Fitzgerald és Drumm közölte 1977-ben. A magzati aorta Doppler vizsgálatáról Eik-Nes munkacsoportja számolt be 1980-ban. A haemodinamika noninvazív mérése további élettani és klinikai kutatások mozgatórugója lett. A Dopplert az uteroplacentaris véráramlás megítélésére és egyre több magzati ér keringésének vizsgálatára is alkalmazták **(1.Táblázat)**. Az intravaginális szondák segítségével a beágyazódás és az embrionális fejlődés folyamatait is tanulmányozták. A Doppler diagnosztika a terhesség kezdetétől betekintést nyújt az uteroplacentaris és a magzati artériás, vénás, intracardiális vérkeringésbe. A Doppler ultrahang termékeny négy évtizedet hagyott maga mögött és a korszerű szülészeti gyakorlat elengedhetetlen módszerévé vált, miközben javallatainak köre folyamatosan bővül. Egyre több bizonyították szől mellett, hogy az uteroplacentaris és a magzati keringés vizsgálata meghatározó szereppel bír a veszélyállapotok korai felismerésében, mert a vérkeringés jellegzetes eltérései a terhességi kórkép tüneteinek megjelenése előtt igazolhatók. A meta-analízisek tanúsága alapján a Doppler ultrahang megfelelő alkalmazásával a perinatális eredmények további javulása várható.

## AZ ÁRAMLÁSMÉRÉS FIZIKAI ALAPJAI

---

A Doppler ultrahang folyamatos hullám-kibocsátású (continuous wave: CW), szakaszos hullám-kibocsátású (pulsed wave: PW) és színekódolt üzemmódban működtethető. A CW üzemmódban egy kristály folyamatosan emittálja a rezgéseket és egy másik érzékeli az echokat. A sugárnyaláb útjában lévő valamennyi jel feldolgozásra kerül, mert ebben az üzemben a vizsgált terület mélysége nem szelektálható. A PW Doppler transducerben egyetlen piezokristály szakaszosan végzi az ultrahang emissiót és a sugárzási szünetben a visszavert hullámok detektálását is. A hullámcsoportok (hullámcsomagok) előállítására közötti időtartam változtatásával pontosan kiválasztható a vizsgálandó terület transducertől való távolsága (mélysége). A duplex készülékben a PW Dopplert a kétdimenziós, mozgóképet adó transducerekbe építik be a pontos áramlásmérés biztosítása céljából. A mintavételi kapu (sample volume: SV) helyzetének és átmérőjének tetszőleges irányításával könnyen kiválasztható a mozgókép metszetén a vizsgálni kívánt ér. A színekódolt leképezés (color-flow imaging: CFI) a beérkezett hanghullámok elemzése útján egyrészt az áramlást mutató területek felkeresését segíti, másrészt az áramlás irányát jelzi. Általában piros a transducer felé irányuló, és kék az attól távolodó áramlás színe, amelynek árnyalata és erőssége az áramlási sebesség nagyságára utal. A vizsgálat során a kétdimenziós mozgóképre vetülnek a színnel kódolt áramlást mutató képletek, így a kisebb átmérőjű erek is könnyen felismerhetők. Függetlenül a Doppler üzemmódjától, alapvetően fontos, hogy a vizsgált érből visszaérkezett hangjelek tökéletes minőségűek legyenek. Megbízható eredmény és pontosan elemezhető sebesség-hullám csak a besugárzási szög és a mintavételi kapu méretének, helyzetének gondos beállítása után nyerhető. A diagnosztikus ultrahang eddigi ismereteink szerint biológiai károsodást nem okoz (Hellman 1970-11). A biztonságos energiaszintek betartására különleges figyelmet kell fordítani, mivel a szülészeti alkalmazás középpontjában javarészt az embryo és a magzat áll (Newnham 1993-12). Korszerű készülékekkel és szabályos mérési technikával a megengedett határérték (Spatial Peak Temporal Average Intensity: SPTA 100 mW/cm<sup>2</sup>) alatti energiaszintű hullámkibocsátás esetén is jó minőségű ultrahang kép és áramlásmérés biztosítható (AIUM 1993-2).

A Doppler ultrahang technikával az anyai és magzati erekben a véráramlás noninvaszív úton mérhető. Amint az ultrahang nyaláb az ér lumenébe érkezik, az áramló sejtek milliárdjainak felszínéről visszaverődik. A Doppler elv értelmében a visszavert sugarak frekvenciája megváltozik (frequency shift). A frekvencia eltolódás mértéke arányos az alakos elemek áramlási sebességével. Az ultrahang frekvencia és a véráramlás sebesség alapján kiszámolható, hogy a kibocsátott és a mozgó vörsejtekről visszavert frekvenciák közötti különbség hallható tartományú (hang)rezgést jelent. A frekvencia eltolódás az idő függvényében ábrázolható, amely az áramlási sebesség hullámformáját eredményezi (Flow Velocity Waveform: FVW). A sebesség hullámforma az érpályán belül áramló valamennyi sejt elem mozgásának eredőjét, spectrumát tükrözi, melynek elemzésével számos adatot nyerhetünk a véráramlás jellegéről. Mindenekelőtt maga az áramlás detectálható és pontosan megítélhető az iránya is.

A véráramlás jellemzése céljából a hullámforma elemzése útján kiszámolható az áramlási sebesség és az áramlási térfogat. Az átlagos sebesség meghatározásához az ultrahang nyaláb és az ér által bezárt szög, az áramlási volumen kiszámolásához pedig ezen kívül az ér átmérőjének pontos ismerete is szükséges. A szülészeti alkalmazás során azonban a besugárzási szög nem állandó és a

mérése is bizonytalan. Az erek átmérője a szív ciklus során változik, továbbá a kétdimenziós képen a mérési tévedés a volumen számításánál a hibát hatványozottan fokozza. Amikor a mindennapi gyakorlatban a "blood flow" vagy áramlásmérés kifejezést használjuk, akkor fizikai értelemben pontatlanul fogalmazzunk, mert sem a valós sebesség, sem a volumen meghatározását nem végezzük el. A magzati keringés jellemzésére az áramlási sebességet időben ábrázoló Doppler sebesség hullám "formai" elemzése vált elfogadottá, amely gyakorlatilag független a sugárnyaláb beesési szögétől, de pontossága arányos azzal.

---

## A DOPPLER SEBESSÉG-HULLÁM

---

A sebesség hullámformájának jellemzéséhez a systoles csúcssebesség (S), a végdiastolés sebesség (D) és a szív ciklus során mérhető átlagos áramlási sebesség (A) ismerete szükséges. Ezen paraméterek alapján olyan indexek számolhatók ki, amelyek a lüktető véráramlást és az ellátott terület áramlási impedanciáját numerikusan jellemzik. A klinikai gyakorlatban az S/D (Stuart 1980-15), a Rezisztencia Index: RI (Pourcelot 1974-13) és a Pulzatilitási Index: PI (Gossling and King (1975-14) terjedt el **(2.Táblázat)**. Az indexeket a korszerű készülékek digitális programjai a vizsgálat során automatikusan kiszámolják, kijelzik és a memóriában tárolják. Az artériás sebesség hullám a systolés beáramlási és a diastolés kiáramlási részből áll. A beáramlási szakasz a szív contractilitásáról ad felvilágosítást. A sebesség hullám elemzésének elsődleges célja a mérési ponttól distalis érrendszer áramlási impedanciájának jellemzése. Az áramlási ellenállás emelkedése a diastolés sebesség csökkenését és az indexek számszerű emelkedését okozza. A tényleges perifériás áramlási impedancia mellett az indexeket olyan élettani változók is befolyásolják, mint a terhességi kor, a szívfrekvencia, a szív contractilitása, a vérnyomás, a vér viszkozitás és az érfalak rugalmassága. Az ultrahang készülék típusa, az alkalmazott index, a vizsgáló személye tovább módosíthatja a végeredményt. Az RI, PI és S/D a klinikai gyakorlatban megbízhatóan használható és megválasztásuk általában a helyi szokások szerint történik. Mindegyik index alkalmas az uteroplacentáris és magzati erek terhességi korra jellemző élettani értékeinek és a kóros változások megítélésére.

---

## A DOPPLER SEBESSÉG HULLÁM ÉRTÉKELÉSE

---

A keringésvizsgálatok eredményeinek értelmezése nem egységes, egyrészt a helyi terhespopulációra és ultrahang készülékre vonatkozó referenciák hiányossága, másrészt a magzati keringés vizsgálatának intézetenként eltérő módszerei miatt. A sebesség hullám értékelésére több lehetőség kínálkozik: szubjektív, semiquantitatív, kvantitatív.

Tapasztalt vizsgáló számára már a sebesség pulzus görbe formája is nagyon informatív, mert látható a systolés és diastolés sebességek aránya, esetleg a diastolés áramlás hiánya, vagy súlyosabb esetben a diastolés áramlás kóros iránya is (Absent End-Diastolic Velocity: AEDV, Reverse End-Diastolic Velocity: REDV, AEDV vagy REDV=AEDV). A szubjektív értékelés azonban felszínes, az áramlási paraméterek kisebb eltéréseit figyelmen kívül hagyja, ezért csak történeti jelentőséggel bír. Az első generációs PW-duplex készülékek képernyőjén a hullámforma csak a távolságmérésre

használt kurzorok segítségével volt elemezhető a szisztolés csúcsebesség és a végdiastolés sebesség kijelölésével, valamint a szív ciklusnak megfelelő sebesség hullám körberajzolásával. A szem ellenőrzésével kiválasztott adatok pontatlansága és a monitor torzítása miatt a kalkulált Doppler index csak alig volt reprodukálható és tudományos igényű tanulmányok számára sem volt felhasználható. Az indexek kiszámolásának technikai segítsége ellenére a módszer szubjektív maradt.

A semiquantitativ módszer a gyors és egységes klinikai értelmezést segíti. A hullámformák a diastolés keringés beszűkülésének mértéke alapján négy csoportba sorolhatók (Malcus P 1991-98). A vizsgált ér terhességi korra jellemző átlagértéke Blood Flow Class (BFC) 0 jelzést kap. A BFC-I folyamatos, de jelentősen beszűkült diastolés áramlást jelez, amikor a PI az átlag +2SD fölé emelkedik. A BFC-II a diastolés áramlás megszűnését (AEDV), míg a BFC-III reverz diastolés áramlást (REDV) jelez. A semiquantitativ módszer előnye, hogy egyszerű és a magzati keringés valamennyi klinikus számára könnyen érthető jellemzését biztosítja. Hátránya, hogy csak az élettani és kóros értékek végleteit jelzi, de a BFC 0 és BFC I közötti átmenetet, a haemodinamikai változások kezdeti, vagy enyhébb eltéréseit nem hangsúlyozza ki.

A korszerű készülékek gyári programjai kiválasztott hullámformák digitális értékelését automatikusan elvégzik. Az eredményt a szülészeti gyakorlatban elfogadott indexek kiszámításával jelzik. A számítógépes sebesség hullám analízisnek köszönhetően meghatározták az uteroplacentaris, az umbilicalis és a magzati erek terhességi korra jellemző RI, PI és S/D élettani tartományait. Ezek alapján egy adott érben mérhető áramlási ellenállás a terhességi korra jellemző átlaghoz pontosan viszonyítható (Arduini 34). A kvantitativ sebesség hullám analízissel és az élettani terhesség (RI, PI) referencia tartományainak ismeretével az uteroplacentaris és magzati keringés precíz haemodinamikai jellemzése vált lehetővé. A kor színvonalának megfelelő szülészeti Doppler vizsgálat során elengedhetetlen a hullámformák számítógépes analízise és a kapott indexek terhességi korra jellemző átlagértékekhez való viszonyítása. Az eredmény percentilisként, vagy az átlag és a szórások (+/-1,2SD) értékéhez viszonyítva is megadható. A Doppler leletek egységes értelmezése a klinikai gyakorlatban a korrekt diagnózist és a reprodukálhatóságot biztosítja.

---

## AZ UTEROPLACENTÁRIS KERINGÉS

---

---

### AZ UTEROPLACENTÁRIS KERINGÉS VÁLTOZÁSAI A TERHESSÉG SORÁN

---

A terhesség és a magzat fejlődése akkor zavartalan, ha az implantáció folyamata és a lepény kialakulása szabályos. Az emberi méhlepény haemochorialis szerkezetű, amely az anyai és a magzati keringés közötti bonyolult kapcsolatot teremti meg. A méh vérellátását a két arteria uterina és kisebb mértékben a két arteria ovarica biztosítja. A terhesség első felében a deciduában és a lepényben is alacsony ellenállást, nagy áramlási volumet biztosító érrendszer fejlődik ki. Az uteroplacentaris keringést korábban invazív, majd az 50-es, 60-as években izotópos módszerekkel vizsgálták. A Doppler ultrahang segítségével veszélytelenül követhető az arteria uterinák véráramlásának alakulása élettani és kóros terhesség folyamán (Trudinger 1985-16, Stabile 1988-

17, Campbell 1983-18). A vizsgálat mind CW, mind PW Dopplerrel elvégezhető. A beágyazódás és a lepény fejlődése során, a terhesség első 12 hetében a cytotrophoblast sejtek a decíduával kerülnek kapcsolatba. A trophoblast sejtek átszövik a decíduát, közben az arteria spirálisok endothel és muscularis réteget feloldják. Ennek következtében olyan terminális öblök alakulnak ki, amelyek lumene jelentősen tágult és a falaikat cytotrophoblast és fibrinoid matrix alkotja. A beágyazódás második szakaszában a 12 és 24 terhességi hét során a trophoblast sejtek a spirális artériák myometriális szegmentumába is behatolnak, közben secundaer és tertier bolyhok alakulnak ki, amelyek az első szakaszhoz hasonlóan feloldják az endotheliumot és tovább tágítják az arteria spirálisok lumenét. Az implantáció befejeztével a kicsiny spirális arteriolákból megnövekedett számú, tágult artériás öblök alakulnak ki, amelyek elveszítik az endotheliális és muscularis rétegeiket és ezáltal a vasopressor folyamatokban nem vesznek részt. A musculoelastikus réteg feloldódása önmagában mintegy harmincszoros keresztmetszet növekedést eredményez. Ily módon az uterinális véráramlás jelentősen fokozódik és terminusban az 5-6 mm átmérőjűre tágult arteria uterina 600-800 ml vért szállít percenként. A myometrium hyperplasiás és hypertrophias tömegnövekedését hasonló léptékű, gyors angiogenesis kíséri. Az uterus érrendszerének proliferatioja és hatalmas keresztmetszet növekedése az arteria uterinában mérhető perifériás impedancia csökkenését eredményezi. Az uterus perfúzióját tovább fokozza az anyai keringés megváltozása, a vérvolumen, a perctérfogat, a pulzusszám növekedése, valamint a vérviszkozitás csökkenése. A megnövekedett uterinális véráramlás biztosítja a növekvő tömegű myometrium és placenta, illetve magzat gázcseréjét és táplálását. A terhesség előrehaladtával az arteria uterinában a véráramlás mennyiségi és minőségi változása pontosan követhető Doppler vizsgálattal. Élettani terhesség során az érrendszer keresztmetszeti növekedése következtében az arteria uterina diastolés áramlási sebessége folyamatosan fokozódik, ami az áramlási ellenállás, az RI és PI értékek csökkenését eredményezi. Miután az arteria spiralisok teljes hosszúságában feloldódik a musculoelastikus réteg, az uterus keringésének rugalmas ellenállása is lecsökken, ami az arteria uterina sebesség hullámának formai változását, a korai diastolés kimélyülést, a "notch" eltűnését eredményezi. Ezen változások a trophoblast invázió aktivitásával szinkronban a 24. terhességi hétig kifejezettebbek, majd terminusig az áramlási ellenállás csökkenése mérsékeltebb. Ha a lepény az uterus középvonalában tapad, az uteroplacentaris perfúziót mindkét oldali arteria uterina teljesen kifejlődött ágrendszerrel biztosítja. Ha a placenta a méh oldalsó részén helyezkedik el az arteria uterina áramlási ellenállása eltérő. A lepény oldalának megfelelő arteria uterinában magas systolés és diastolés áramlási sebesség igazolható, míg az ellenoldalon jelentősen nagyobb ellenállás detectálható, ami azzal a következménnyel jár, hogy a terhes uterus vérellátása az egyik oldalon nem tökéletes.

Amennyiben az implantatio során a trophoblast invázió részleges, úgy a spirális arteriolák átalakulása sem tökéletes és az uteroplacentaris erek proliferatioja is csökkent. Mindkettőnek káros következménye van. Egyrészt a musculoelastikus réteggel rendelkező spirális arteriolák továbbra is részt vesznek a vasoactiv folyamatokban, és uteroplacentaris ischemia kialakulását idézik elő. A helyi hypoxia további vasoconstrictiot idéz elő mind a decíduában, mind pedig a harmadlagos chorionbolyhok területén, amelyek tartósabb oxigénhiány esetén elhalnak, feloldódnak és a lepényszövet infarctusához vezetnek. Másrészt a decídua és a placenta tökéletlen angiogenesis miatt a redukált összkétszámú keresztmetszet arányában az uteroplacentaris véráramlást szabályozó endothelialis eredetű mediátorok secretioja is beszűkül. Az endothelium eredetű prostacyclin (PGI<sub>2</sub>) és nitrogénoxid (Endothelium Derived Relaxing Factor:EDRF) a terhesség legfontosabb mediátorai, amelyek vasodilatatiót okoznak. A PGI<sub>2</sub> és az EDRF ellensúlyozza a terhesség során emelkedett aktivitású renin-angiotensin-aldosteron rendszert és fenntartja a terességre jellemző vasodilatatiót az anyai szervezetben, az uterusban, a decíduában és a placentában. Az endothel

eredetű vasodilatációs mediátorok szabályos aktivitásával magyarázható, hogy az élettani terhesség kezdetétől a megnövekedett anyai vérvolumen, perctérfogat és pulzusszám ellenére a vérnyomás csökken. Ugyanakkor a prostacyclin és az EDRF csökkenti az arteria uterina és végági contractilitását, ezáltal a pressor reflexet is tompítják. Hatásaik eredője az uteroplacentáris perfúzió fokozása.

Az implantatio során a placenta érrendszere a mesodermából fejlődik. A harmadlagos chorionboholyban szabályos placentatio esetén többszörösen elágazó, arterio-venosus hálózat alakul ki. A gazdag erezettség alacsony áramlási ellenállást biztosít, egyben a gáz- és anyagcsere számára óriási aktív felületet teremt. Tisztázásra szorul, hogy a placentáris arteriolák milyen mértékben vesznek részt a vasoactiv folyamatokban. Valószínű, hogy a decidua endothelialis eredetű mediátorai képesek szabályozni a placentáris arteriolák kaliberét és az áramlási ellenállást is. (McQuenn1990-19). Az uteroplacentáris keringést számos anyai és magzati eredetű steroid, (oestrogen, progesteron), catecholamin, angiogeneticus és növekedési faktor kölcsönhatása szabályozza, amelynek részletei pontosan nem ismertek (Caton 1986-25). Az uterus és a placenta keringésének bonyolult együttműködését állatkísérletek során vizsgálták (Clapp-20). Bárányok arteria uterina embolizációja következtében az arteria umbilicalis csökkent véráramlása igazolódott. Az embolizáció a trophoblast invázió zavarához hasonló állapotot utánoz, amikor a spiralis arteriolák szűkülete az intervillusos tér oxigén hiányát idézi elő és lepényi károsodást eredményez. Trudinger munkacsoportja igazolta elsőként, hogy a boholystromában található erek száma jelentősen kevesebb, amikor kóros áramlás detectálható az arteria umbilicalisban (Giles 1985-21). Feltételezhető, hogy a korai intervillusos hypoxia következtében a chorionboholyban vasoconstrictio alakul ki, amely a boholystroma elhalásához vezethet. A lepényi infarctusok a funkció beszűkülését eredményezik és az arteria umbilicalisban az áramlási ellenállás mérhető növekedéséhez vezetnek. Az uteroplacentáris elégtelenség pathophysiológiája tisztázásának új perspektívát adott az arteria uterina kóros áramlási értékeinek és a deciduából vett biopsiás anyagok histomorphologiai leletének összehasonlítása. A kóros uterinális keringés hátterében histológiai vizsgálattal az arteria spirálisok beszűkült lumene igazolódott (Voigt 1992-23, Olofsson 1993-24). A szabálytalan implantatio annak következménye, hogy a trophoblast sejtek arteria spirálisok myometrialis részéig történő betérése és endovascularis infiltrációja hiányos vagy részleges. Élettani terhességben az infiltráció a spiralis arteriolák deciduo-myometrialis szintjét éri el. Preeclampsia esetén szövettani vizsgálatok igazolták, hogy az arteria spirálisok átalakulása nem, vagy csak részlegesen következik be, amely hypoxiás és degeneratív folyamatokat indít a deciduában és a lepényben is. További deciduális károsodást okoz az arteria spirálisok falának mononuclearis sejt infiltrációval járó fibrinoid necrosis, amely akut atherosisnak felel meg és a preeclampsia gyakori velejárója. Az essentialis hypertóniával szövődött terhességekben az arteria spirálisok hyperplasias arteriosclerosisát írták le (Brosens 1972-35). Olyan normotensív terhességekben, ahol egyértelmű magzati retardatio igazolódott, szintén felismerhető a decidua artériáinak akut atherosisa (Khong 1986-36). A tökéletlen trophoblast invázió és az arteria spirálisok átalakulásának elmaradása uteroplacentaris hypoxiát és compensatoricus hypertóniát eredményez, amely közvetett úton a lepényi parenchyma működését is beszűkíti.

## AZ ARTERIA UTERINA VÉRÁRAMLÁSÁNAK JELLEMZŐI ÉLETTANI ÉS KÓROS TERHESSÉGBEN

---

Az uterus vérkeringésének ismerete mind élettani, mind klinikai szempontból kiemelkedő fontosságú. A Doppler ultrahang noninvazív és veszélytelen módon tette lehetővé az arteria uterina véráramlásának élettani terhességre jellemző változásainak dokumentálását és a kóros leletek perinatológiai jelentőségének felismerését.

Az arteria uterina sebesség-hulláma jellegzetes nem terhes állapotban is: magas systolés, alacsony diastolés sebesség és mély korai diastolés notch regisztrálható. A hullámformák a menstruációs ciklus során jellegzetes változást mutatnak. A terhesség kezdetétől terminusig az arteria uterina véráramlása négyszeresére emelkedik. A 8. és 16. hét között az uterinális erek tágulékonysága számottevően megnövekszik. A terhesség során az RI, PI és S/D érték fokozatosan és progresszíven csökken. A 20. és 22. hét között a trophoblast invázió kiteljesedik és a korai diastolés notch is eltűnik. A perzisztáló notch akkor tekinthető kórosnak, ha a terhesség 20. hete után ábrázolható és a legmagasabb diastolés frekvenciához képest 50 Hz-et meghaladó kiméyülés mutatkozik (Campbell 1987-27). A 20. hét után is ábrázolható notch az uteroplacentáris keringés beszűkülésének markere. Az arteria uterina hullámformáját az **1. és 2. Kép** ábrázolja élettani terhességben és szabálytalan implantációt követő uteroplacentáris elégtelenség esetén.

Az arteria uterinák áramlási sebességét több tényező befolyásolja. A terhesség korai szakaszában a jobb és bal oldali arteria uterina Doppler paraméterei között még számottevő különbség lehet, amely a második trimeszertől eltűnik. Igazolódott, hogy asszimmetrikus implantáció esetén a lepénynek megfelelő oldalon az arteria uterinában alacsonyabb áramlási ellenállás mérhető (Campbell 1986, 28). Ikerterhességben a véráramlási sebesség legtöbbször meghaladja a szinguláris terhességre jellemző értéket. A méh fejlődési rendellenességei példáján igazolódott, hogy a beágyazódás és a lepény fejlődése mintegy irányítja az arteria uterinák funkcióját, collaterális ágak alakulhatnak ki és jelentős eltérések mutatkoznak a terhességet viselő, valamint az üres uterusfél arterias vérellátása között (Steger 1992-29). Tanulmányozták a Braxton-Hicks kontrakciók hatását is, amelyek során a diastolés áramlás beszűkülése igazolódott. A tágulási szak rendszeres méhtevékenysége a diastolés áramlás megszűnését eredményezi az arteria uterinában (Fleischer 1987-30). Kofinas és mtsai a humán myometrium placentáris és szabad részeinek eltérő contractilitását, funkcionális asszimmetriáját igazolta. A placentáris területen jelentkező contractiók nem változtatták meg számottevően a megfelelő oldali arteria uterina és arcuata rezisztenciáját, ugyanakkor a myometrium szabad területének összehúzódása megemelte az áramlási ellenállást. Az eredmények annak a jól ismert ténynek a biofizikai bizonyítékai, hogy a contractiók során a retroplacentáris véráramlás stasisa alakul ki, amelyet a lepény rezerv kapacitása képes kompenzálni. Igazolódott továbbá az is, hogy a fizikai aktivitás során az arteria uterina áramlási ellenállása fokozódik és a terhes uterus vérellátása csökken (Morrow 1989-32, Erkkola 1992-33). Az uteroplacentáris elégtelenséggel járó terhességi kórképek során tehát törekedni kell a fizikai aktivitás mérséklésére.

---

## AZ ARTERIA UTERINA KÓROS KERINGÉSÉNEK KLINIKAI JELENTŐSÉGE

---

Az arteria uterina biztosítja a terhesség táplálását és fejlődését. Vérkeringése a terhesség során jellegzetesen átalakul, amelyet fiziológiai körülmények között is számos tényező befolyásolhat. Az arteria uterina Doppler vizsgálata és a decidua valamint a lepény histomorphologiai elemzése betekintést nyújtott az élettani és a kóros implantáció anatómiai és

funkcionális részleteibe. Egységesen értelmezhető a szabályos, és az attól eltérő arteria uterina sebesség hullámforma is. Szabályos áramlási paraméterek esetén a terhesség élettani fejlődése várható. A keringési viszonyok kismértékű elváltozása azonban a beágyazódás és a lepény működésének komoly zavarára utal. Campbell és munkatársai közlése szerint, a kóros uterinális hullámforma a terhességi hypertonia, a preeclampsia, a magzati retardatio és a perinatalis morbiditas gyakoribb előfordulásával jár együtt (1983-18). Az arteria uterinák fokozott RI és PI értéke, a diastolés notch valamint a két oldali arteria uterina áramlási paraméterei között észlelt számottevő asszimmetria megbízható előjelei a kedvezőtlen perinatalis eredménynek. Legrosszabb prognózis a 20. hét után is megmaradó diastolés notch esetén várható (Ducey 1987-37). A beszűkült uterinális perfúzió az arteria umbilicalis keringését is kedvezőtlenül befolyásolja. Ennek alapján az arteria uterina kóros keringése kiemelkedő jelentőséggel bír és további szülészeti, belgyógyászati és biofizikai vizsgálatokat (sorozat biometria, Doppler) tesz indokolttá a várható szövődmények megelőzése céljából.

Az arteria uterina Doppler vizsgálatának fejlődése kivételes lehetőséget teremtett az uteroplacentáris keringés terhességre jellemző változásainak részletes dokumentálására. Megbízható, a klinikai gyakorlatban is hasznosítható összefüggés igazolódott a kóros keringési paraméterek és a perinatalis morbiditas között. Az arteria uterina szűrővizsgálatával a preeclampsia és magzati retardáció korai fázisa biztonsággal felismerhető. A szűrővizsgálat időpontja a 22. és 26. hét között ideális, amikor az arteria uterina fő ágának vérkeringését szinkódolt Doppler vizsgálattal ajánlott végezni. A szűrő programok kiemelkedően jó specifitása és negatív predictiv értéke alapján a módszer alkalmas arra, hogy az élettani és a potenciálisan veszélyeztetett terhességeket elkülönítse. Az arteria uterina kóros áramlási formájának definícióját és a szűrővizsgálatok korszerű szülészetben betöltött szerepét és hatékonyságát további klinikai tanulmányok eredményei pontosítják.

---

## A FETOPLACENTÁRIS KERINGÉS

---

---

### AZ ARTERIA UMBILICALIS VÉRÁRAMLÁSA ÉLETTANI TERHESSÉG SORÁN

---

A fetoplacentáris kapcsolatot a két arteria és a vena umbilicalis teremti meg. Az arteria umbilicalis volt az első magzati ér, amelynek véráramlását Fitzgerald és Drumm vizsgálta Doppler ultrahang alkalmazásával (1977-6). A köldökzsinór keringése azért került a Doppler vizsgálatok középpontjába, mert egyrészt duplex és szinkódolt képalkotó módszer nélkül, CW Dopplerrel is könnyen hozzáférhető, másrészt a lepény a magzat életet adó kapcsolatát jelenti. Az arteria umbilicalis véráramlása a lepényi és magzati szövetek gyarapodásával párhuzamosan fokozódik. A szív ciklus során a folyamatos áramlás már az első trimeszterben, a 10. héttől detectálható, és a diastolés áramlás iránya mindvégig pozitív (Arduini 1991-45). Az élettani terhesség terminusáig az arteria umbilicalis diastolés sebessége folyamatosan növekszik a lepény érrendszerének fejlődése következtében. A chorionbolyhok arteriolái és capillárisai sinusoid terminális öblökké változnak és a terhesség végére a boholystroma állományának mintegy felét érállomány tölti ki, amely az

áramlási ellenállás naponta 2-3%-al történő csökkenésével jár (Anderson 1984-43, Gudmundsson 1988-44). Az arteria umbilicalis keringését elsősorban a lepény vascularis impedanciája határozza meg, de a terhességi kor mellett számos tényező befolyásolja. A magzati szívfrekvencia változása módosítja az RI és PI valamint az S/D értékeket is. Lassult szívfrekvencia során a diastolés kiáramlás ideje megnyúlik, amely a végdiastolés sebesség csökkenését eredményezi, és az indexek emelkedéséhez vezet. Gyorsult szívfrekvencia esetén a változások ellentétes irányúak (Maulik 1990-6). Az élettani tartományban levő magzati szívfrekvencia ingadozása nem módosítja számottevően az arteria umbilicalis Doppler indexeit, ezért korrekció nem szükséges. A magzati légzőmozgások alapvetően megváltoztatják az intrathoracalis nyomást és a centrális keringési viszonyokat is, ezáltal az artériás és vénás rendszer, így az arteria umbilicalis hullámformái is láthatóan módosulnak, az indexek pedig torzulnak (Mulders 1986-47). Chiba és munkatársai igazolták, hogy belégzéskor a véna umbilicalis áramlási sebessége jelentősen megnövekszik (1985-48). A jelenséget és technikai nehézséget okozó következményeit az umbilicalis Doppler alkalmazásának kezdetén felismerték, ezért született az a gyakorlati ajánlás, hogy a keringés vizsgálatot a magzat nyugalmi állapotában célszerű végezni. A magzati viselkedés olyan neurobiológiai állapot, melyet egyszerre több tényező határoz meg. Az alvás és ébrenlét fázisai, amelyek a magzatmozgások, a légzőmozgások, a szemmozgások, a szemhéjak állapota, a szívfrekvencia alapján különíthetők el, nem befolyásolják szignifikánsan az arteria umbilicalis áramlási paramétereit (Van Eyck 1987-49). Preeclampsziában a magzati vér emelkedett viszkozitása fokozza az arteria umbilicalis áramlási ellenállását, de az eredmények értékelése során ezen csekély módosulás elhanyagolható (Giles 1986-50). A Doppler indexek nem változnak érzékelhetően a napszakok során sem. (Fitzgerald 1984-51). A harmincadik terhességi hét után a naponkénti eltérések minimálisak és a klinikai, vagy a tudományos célú vizsgálatok eredményeit nem zavarják. A Doppler volumetria eredményei alapján az érett magzat arteria umbilicalisában percnként 120 ml vér áramlik testsúly-kilogrammonként (Griffin 1983-53). A beidegződés hiánya miatt az arteria umbilicalis véráramlása passzív, vagyis az áramlási volument az arterio-venosus nyomáskülönbség határozza meg. A magzat oxigénellátását az umbilicalis véna véráramlása és oxigéntartalma biztosítja. A véna umbilicalis oxigéntartalma a magzati vér hemoglobin koncentrációjának és az oxigén telítettségének függvénye (Iskovitz 1983-42). A magzat oxigénfogyasztása viszonylag alacsony, amely a kis energiefelhasználással magyarázható, mert a méhen belül a testhőmérsékletet az anyai szervezet tartja fenn, és a magzatmozgások is korlátozottak. A véna umbilicalisból a magzat megközelítőleg 20 ml oxigént kap percnként és testsúly-kilogrammonként, amelynek mindössze 30%-át használja fel, ezáltal az umbilicalis keringés bőségesen fedezi a magzat szükségleteit. (Iskovitz 1983-42). A magzat teljes oxigénfelhasználása mindaddig változatlan marad, amíg az umbilicalis keringés 50-60%-kal csökken.

A köldökkeringés hirtelen beszűkülése, vagy megszűnése esetén a magzat a retroplacentáris vérből nagyobb mennyiségű oxigén extrahál, ezért még rövid ideig képes fenntartani az aerob anyagcserét (Iskovitz). Ha a köldökkeringés 75%-kal csökken, oxigénhiányos tünetek észlelhetők. A lepényi átáramlás 30-40%-os tartós beszűkülése következtében a krónikus lepényelgtelenség jelei alakulnak ki. A magzat növekedési üteme lassul, az alapanyagcseréje csökken (Anderson 1984-43). Az arteria umbilicalis RI és PI élettani terhességre jellemző normál értékeit számos közlemény ismerteti (Arduini 1990-34). Az arteria umbilicalis áramlási ellenállása a 28. és 41. terhességi hét között fokozatosan csökkent. Az **1. és 2. grafikon** az arteria umbilicalis RI és PI referenciaértékeit mutatja, amelyeket 164 élettani terhesség követése útján határoztunk meg.

## AZ ARTÉRIA UMBILICALIS KÓROS VÉRKERINGÉSÉNEK KLINIKAI JELENTŐSÉGE

Klinikai és histopathológiai vizsgálatok eredményei rámutattak az artéria umbilicalis kóros hullámformája és a lepény fokozott áramlási ellenállása közötti összefüggésre. Az artéria umbilicalisra jellemző vasculáris impedanciát a harmadlagos chorionbolyhok rezisztencia arteriolái tartják fenn. Az artéria umbilicalisban mérhető kóros áramlási paraméterek tehát a lepényi mikrocirkuláció beszűkülésére, a harmadlagos boholyállomány arterioláinak obliteratiojára utalnak, amelyekhez a lepényi parenchyma elégtelen működése társul (McCowan 1987-52). A kóros umbilicális Doppler hullámforma a lepényi elégtelenség biofizikai jele. A csökkent lepényi perfúzió leggyakrabban magzati retardatiót okoz, amelyre az artéria umbilicalis RI és PI értékeinek emelkedése jellemző, a csökkent diasztolés sebesség miatt. A diasztolés áramlás súlyos esetben megszűnhet (AEDV), vagy kóros irányúvá válhat (REDV), amely a kóros lepény perfúzió mellett súlyos fokú magzati hypoxiára, és cardialis decompensációra utal. A **3., 4. és 5. kép** az artéria umbilicalis hullámformáját szemlélteti élettani terhességben, emelkedett placentáris rezisztencia és kóros diasztolés áramlás esetén.

## A MAGZATI KERINGÉS DOPPLER ULTRAHANG VIZSGÁLATA

---

A magzati keringés több tekintetben eltér a felnőttétől. A magzati élet során a gázcserét a lepény biztosítja. A magzati szív frekvenciája és teljesítménye nagyobb, mert az oxigén 20-30 Hgmm-es, alacsony parciális nyomása miatt a viszonylag nagy térfogatú gyors perfúziós sebességére van szükség. Az alacsony oxigéntartalom ellenére a magzat oxigénellátása tökéletes, mert a felnőtt szervezethez hasonlóan az artériás vér oxigéntartalmának csupán egyharmadát hasznosítja elsődlegesen. Az aorta és a truncus pulmonalis összeköttetését és nyomáskiegyenlítését a ductus arteriosus Botalli teszi lehetővé a méhen belüli élet során. A pitvarok közötti foramen ovale egyforma töltőnyomást biztosít a két kamra számára. A két nagy shunt következtében a magzati kamrák teljesítménye összeadódik, együttes munkával biztosítják a domináló nagyvérköri keringést, míg a felnőtt szervezetben a két kamra az áramlási sorba kapcsolódva a két vérkör keringését külön-külön tartja fenn. A bal kamra teljesítménye a szív, a fej és az agy vérellátásáért, míg a jobb kamra a törzs, a zsigerek, a végtagok és a lepény keringéséért felelős (Papp Zoltán SzülNőgy Tankönyv 122). Az együttes kamrai teljesítmény mintegy 40 %-a az alacsony áramlási ellenállású lepényi vérkeringést biztosítja. A harmadik shunt a ductus venosus Arantii, amely a centrális vénás vér oxigéntartalmát növeli, mert a véna umbilicalis és a véna cava inferior között közvetlen kapcsolatot teremt. A véna cava inferior áramlása a foramen ovalen át a bal pitvarba és kamrába irányul, amelynek célja a koszorúerek és az agy kedvezőbb oxigénellátása.

A technikai fejlődésnek köszönhetően az artériás, a vénás és cardialis keringési transvaginális color-Doppler vizsgálata már az első trimeszterben elvégezhető (Kurjak 1994-78, van Splunder 1996-85). Meghatározták az embryonális artéria umbilicalis, aorta és intracranialis erek áramlási paramétereinek referenciatartományát (Kurja 1993-82, Alcazar 1997-83). Az eredmények a klinikai gyakorlatban is hamarosan hasznosíthatók lesznek az embryo életképességének és a lepény korai rendellenességeinek megítélésében. Igazolódott, hogy a szíkhólyag artéria keringése a 8. hét után fokozatosan elszorvad, miközben az umbilicalis keringés kiteljesedik, ami azt mutatja, hogy az embryo táplálását a 10. héttől a lepény veszi át (Makikallio 1999-80). Leírásra került az embryonális szív növekedése és funkcionális fejlődése az első 12 hét során (Leiva 81). A háromdimenziós és a power-Doppler további lehetőséget kínál a beágyazódás folyamatának és az embryo cardiovascularis működésének megismerésére (Kurjak 1999-84). Az első trimeszter során végzett Doppler vizsgálatok az embryo fejlődésének „in vivo” tanulmányozását teszik lehetővé. Valószínű, hogy az embryo és a peritrophoblasticus terület részletes áramlásvizsgálata segítséget nyújthat a malformatiók és a fenyegető vetélés korai funkcionális jeleinek felismeréséhez, valamint az asszisztált reprodukcióval fogant többes terhességek szelektív redukciójához. Legtöbb tapasztalat a magzat artériás keringésének ultrahang vizsgálatáról gyűlt össze. Az aorta, az artéria carotis, az artéria cerebri media és az artéria renalis mellett számos verőér keringési viszonyait tanulmányozták. Az élettani intracardialis áramlási viszonyok tisztázása a későbbiekben a szívhibák korai diagnosztikáját könnyíti meg (Maulik 1984-206). További indikációs területet képez magzati aritmiák felismerése és a gyógyszeres kezelés monitorizálása (Szabó 1994-

164 SOTE, Kerényi TD 1980-206). A szívdilatáció és a papilláris izmok működészavara kapcsán fellépő atrioventriculáris regurgitáció dokumentálása a hypoxiás magzati állapot igazolását segíti. A vénás keringés vizsgálata egyelőre a véna umbilicalisra, a ductus venosusra és a véna cava inferiorra

szorítkozik, amelynek célja a vitiumok és az arhythmiaák differenciál diagnosztikája, valamint a cardiovascularis dekompenzáció igazolása, amely a szülés időpontjának megválasztását segítheti.

## A MAGZAT ARTÉRIÁS KERINGÉSÉNEK ULTRAHANG VIZSGÁLATA

---

### A MAGZATI FŐVERŐÉR (AORTA DESCENDENS)

---

Az artéria umbilicalis Doppler vizsgálata a magzati keringés további részleteinek megismerését serkentette. Az aorta descendens véráramlásának ultrahang vizsgálatát Eik-Nes és munkacsoportja ismertette 1980-ban (Eik-Nes 61). Az aorta áramlásának jellemzéséhez duplex készülékre volt szükség, amely egyrészt az aorta kétdimenziós ábrázolását, másrészt a PW Doppler mintavételi kapu pontos beállítását tette lehetővé. Az első ilyen transducert a szerzők saját fejlesztésük alapján alakították ki.

Az aorta descendens a törzs, a zsigerek, az alsó végtagok és a lepény vérellátásának központi elosztója. Az átlagos véráramlási volumene 220 ml/testsúlykilogramm értékre becsülhető (Low J 1991-62). Az áramlási sebesség is magas a felnőtt szervezetéhez képest. A klinikai gyakorlatban az aorta descendens vérkeringésének jellemzésére ugyanazokat az indexeket használjuk, mint a többi artéria esetén.

Élettani terhességben az aortában a diasztolés áramlás az első trimeszterben folyamatosná válik. A 20. hétig a diasztolés sebesség fokozatosan emelkedik, ettől kezdve az RI, PI és S/D érték terminusig állandó marad. Ennek hátterében az feltételezhető, hogy a lepény és a vese csökkenő áramlási impedanciáját a többi magzati szerv, a zsigerek és a végtagok fokozódó rezisztenciája ellensúlyozza (Arduini 1990-34). A **3. és 4. grafikonon** az aorta descendens arteria renalis eredése fölötti szintjén mért RI és PI értékei láthatók egészséges terhességek 28. és 41. hete között. Az aorta hullámformái a szívtől távolodva módosulnak, mert a diasztolés komponens sebessége fokozódik. Következésképpen az RI és PI értékek az abdominalis aortában alacsonyabbak, mint a thoracalisban (Lingman 1986-64). A leszálló aorta vizsgálatának és a mintavételi helyének standardizálása ezért különösen nagy jelentőségű. A terhesség során az aorta descendensből a lepénybe jutó vérmennyiség aránya fokozatosan csökken és terminus körül mintegy 30%-ot tesz ki (Lingman 1986-63). Az aorta véráramlását számos tényező befolyásolja. A magzati szív mérete a gestatio során növekszik, de az RI és a PI értékek nem változnak (Rasanen 1988-65). A magzat viselkedése a szívfrekvenciája és contractilitása azonban befolyásolja az indexeket (Van Eyck 1987-49, Lingman 1986-64). A magzati légzőmozgások ritmusának megfelelően módosul az aorta sebesség hullámformája, és ezzel szinkronban az RI és PI értéke is (Marsal 1984-67). A megfigyelés azért érdemel ismételt említést, mert az arteria umbilicalishoz hasonlóan megbízható és reprodukálható eredményeket csak akkor kaphatunk a magzat artériás keringéséről, ha a méréseket a magzat nyugalmi állapotában végezzük.

## AZ AORTA DESCENDENS KÓROS VÉRÁRAMLÁSÁNAK KLINIKAI JELENTŐSÉGE

---

Magzati hypoxia esetén – az artéria umbilicalishoz hasonlóan – a szív ciklus során a diasztolés sebességek jelentősen csökkenhetnek, sőt AEDV vagy REDV (AREDV) is kialakulhat. A **6., 7., és 8. képek** az aorta descendens élettani és kóros áramlási viszonyait szemléltetik. Mivel az aorta a lepény keringésén kívül a magzati törzs, zsigerek és végtagok vérellátásáért is felelős, a rezisztenciaértékek fokozódása nem csupán a lepényi perfúzió nehezítetttségére utal, hanem a perifériás keringés beszűkülését és a főverőér keringését fenntartó szívteljesítmény csökkenését is jelzi. Magzati stressz hatására vasoconstrictió lép fel a magzati szervekben. A diasztolés sebesség csökkenése szoros összefüggésben a retardált magzatok hypoxiájával, hypercapniájával, és acidosisával, amelyet cordocentesis útján gyűjtött vérminták analízisével igazoltak (Akalin-Sel 1992-68). Magzati asphyxia esetén az aorta diasztolés sebességének csökkenése mellett az artéria carotis communis PI csökkenését igazolták (Bilardo 1990-69). A megfigyelés a magzati keringési hypoxia miatti átrendeződésére utal. Az aorta descendens AREDV áramlásformája néhány nappal megelőzheti a CTG pathognomicus elváltozásait (Arabin 1988-70), de egyidejűleg a magas perinatális morbiditás és mortalitás előjele (Eronen 1993-71).

Az aorta descendens Doppler vizsgálata egyszerre tájékoztat a lepényi vascularis ellenállásról, a perifériás magzati keringésről és a magzati szív teljesítményéről. Az RI és PI értékek kismértékű emelkedése a lepényi működés beszűkülésére és chronicus magzati stressz állapotára utal. Az AREDV megjelenése a magzati szív hypoxia miatti decompensációját igazolja (Lingman 1986-72) és a méhen belüli elhalás komoly veszélyét jelenti (Illyés 1988-55). Az aorta descendens áramlásának ultrahang vizsgálata különleges helyzetek megítélésére is alkalmas. Magzati arhythmia és anémia esetén pontosítható a kórisme és a gyógyszeres, transzfúziós kezelés hatása is monitorozható. Az aorta descendens szűrővizsgálata kevésbé hatékony, viszont diagnosztikus módszerként a veszélyeztetett terhesek teljes skálájában sikerrel alkalmazható, mert a magzati keringés redistribúciójának felismerését teszi lehetővé, mielőtt a szokványos tesztek eredményei kórossá válnak, ezáltal a fokozott perinatális kockázat időben igazolható.

## AZ ARTERIA CEREBRI MEDIA (MCA)

---

A központi idegrendszer vérkeringésének noninvazív vizsgálata a PW-duplex üzemmód kifejlesztését követően várható volt. 1986 után a korszerű és szinkódolt működésű készülékek az arteria carotis interna és a Willis kör valamennyi ágának gyors és reprodukálható vizsgálatát tették lehetővé (**9. kép**).

A kezdeti eredményekről több munkacsoport is beszámolt (Marsall 1984-86, Wladimiroff 1986-87, Arbeille 1986-88, Pál 1991-97). A technikai előrelépésnek köszönhetően az agyi keringésvizsgálatok középpontjába az MCA került, amely kitüntetett szereppel bír az agy kéregállományának táplálásában. Az intracranialis arteriális véráramlás a transvaginalis szondák alkalmazásával már az első trimeszterben alkalmazható (Kurjak 1999-84). Igazolódott, hogy az arteria cerebri mediában a diasztolés véráramlás a 10. hét után folyamatossá válik. Az MCA hullámformáinak jellemzésére a szokványos RI, PI és S/D arány alkalmazható. Az élettani terhességre jellemző referencia értékek elemzése alapján kiderül, hogy az MCA által ellátott agyi erekben a rezisztencia a 25. hétig lassan fokozódik, a 25. és 30. hét során állandó, majd ezt követően

a terminusig folyamatosan csökken. Az alacsonyabb haemodynamikai ellenállással jellemezhető 25. hét előtti és 30. hét utáni időszak az agysejtek intenzív osztódásának két fázisával állítható párhuzamba (Mari 1992-89). Az MCA alacsonyabb impedanciáját ugyanakkor a cerebrális vasodilatáció is okozhatja, amely a terminus előtt fokozatosan csökkenő PO<sub>2</sub> következménye (Bilardo 1988-90). Az MCA élettani terhességre jellemző RI és PI értékei az **5. és 6. grafikonon** láthatók.

Az MCA keringését számos élettani körülmény módosíthatja. Ismert a szívfrekvencia változásának RI és PI értékeire kifejtett hatása. A terminus előtti hetekben a magzat viselkedése egyértelműen módosítja az aorta descendens és az MCA Doppler hullámformákat is (Van Eyck 1987-49). Egészséges magzatok MCA rezisztenciája szignifikánsan magasabb, mint az artéria cerebri anterioré, vagy posterioré és a különbség akár 5-10%-os is lehet (Arbeille 1992-91, Mari 1989-92). A magzati keringés vizsgálata azonban megköveteli az agyi ér azonosítását, valamint az egységes Doppler mintavételi pontok kijelölését. A magzati állapot hosszabb távú észlelése során ugyanazon agyi ér, az MCA distalis szakaszának dopplerezésére kell törekedni.

## AZ MCA KÓROS VÉRÁRAMLÁSÁNAK KLINIKAI JELENTŐSÉGE

---

A cerebrális véráramlást az agy autoregulációs mechanizmusa szabályozza. Elsődleges célja az agy megfelelő perfúziójának és oxigénellátásának fenntartása, a vérnyomás ingadozása és a vér oxigéntensziójának csökkenése esetén is. Élettani körülmények során az agy gazdag artériás collaterális hálózatának nagy része passzív, ezért az áramlási impedancia magas. Hypotonia, hypoxia esetén a collaterálisok kinyílnak és a szív ciklus során nagyobb vérmennyiség átáramlását teszik lehetővé. Az agyi keringést jellemző Doppler-indexek éppen a vasoconstrictió, illetve vasodilatáció állapotát érzékeltetik. A diastolés áramlási sebesség fokozódása, amelyet az RI és PI értékének csökkenése jelez, az MCA által ellátott érterület tágulatára utal, amely legnagyobb valószínűséggel a hypoxaemiára adott vasomotor válasz. Az agyi erek Doppler paraméterei és a cordocentesissel nyert magzati vér oxigén, széndioxid tensziója, valamint pH értéke között szoros összefüggés igazolódott: retardált magzatoknál az alacsony oxigéntensziót csökkent cerebrális RI és PI jelzi (Bilardo 1990-69, Bonnin 1992-93). Tartós hypoxia, vagy acidosis esetén, alkalmanként az MCA rezisztenciájának újbóli emelkedése észlelhető, amelynek hátterében a hyperperfúzió kapcsán kialakult agyödéma miatti intracranialis nyomásemelkedés állhat (Bilardo 1990-69, Bonnin 1992-93). A hypoxiás állapot kezdetén a védekezés első lépcsője az agyi erek tágulata. Az agy védelmét szolgáló „brain-sparing effektus” Doppler vizsgálattal könnyen felismerhető (**10., 11. kép**). Az MCA diasztolés sebessége fokozott, a rezisztencia a terhességi kor átlagánál alacsonyabb (<M-2SD), de a többi ér keringési paramétereiben nem észlelhető eltérés. Az izolált brain-sparing effektus a hypoxiás agyi károsodás kivédését szolgálja és nem hozható összefüggésbe neonatális, vagy későbbi neurológiai károsodással (Shjeron 1993-94). Gyakorlati tapasztalat és irodalmi adatok alapján is igazolt, hogy a napokig, sőt hetekig is észlelhető brain-sparing effektus esetén nem feltétlenül látunk kóros jeleket a CTG, és a perinatalis eredmények sem szignifikánsan kedvezőtlenebbek (Dubiel 1997-95). A hosszú ideig tartó agyi vasodilatáció esetén azonban nem biztos, hogy a károsodás elkerülhető.

A brain sparing kialakulása elsősorban magzati hypoxaemiára utal és fokozott perinatalis óvatosságra int. Uteroplacentáris elégtelenség, retardáció és toxaemia esetén a magzat

kompenzációs tartaléka és képessége jelentősen csökkent. A patológiás terhességeknél észlelt brain-sparing és a kedvezőtlen subnatis mutatók között összefüggés tapasztalható (Alatas 1996-96). Természetesen az MCA rezisztencia értékének csökkenése önmagában nem képezheti szülésindukció javallatát, hanem ismételt Doppler vizsgálatot és CTG ellenőrzést indokol. A magzati állapot folyamatos követése és a sorozat Doppler vizsgálatok eredményei teszik lehetővé a hypoxiás állapot dinamikájának követését.

---

## AZ ARTERIA RENALIS VÉRKERINGÉSE AZ ÉLETTANI TERHESSÉG SORÁN

---

A magzati arteria renalis Doppler vizsgálatát két munkacsoport közvetlenül egymás után publikálta 1989-ben (Vyas 1989-107, Veille 1989-108). Az RI és PI referencia értékeinek alakulását az élettani terhesség során azóta több szerző vizsgálta (Vajda 1994-109, Veille 1993-110, Hecher 1989-111). Az egészséges magzati vese magas áramlási ellenállása (**12. kép**) a terhesség során enyhén csökken, amelynek hátterében a szívteljesítmény fokozódásával párhuzamosan növekvő veseperfúzió áll (Veille 1993-110). A terhesség során emelkedik a vese óránkénti vizelettermelése is. Szoros összefüggés mutatható ki az artéria renalis csökkent RI értéke és a vizeletkiválasztás emelkedett üteme között (Mitra 1995-113). A vérvolumen expansiója a veseperfúziót fokozza, mely az arteria renalis haemodynamikai ellenállásának csökkenését eredményezi. A vena umbilicalis intravascularis transfúziója után az anaemiás magzatok arteria renalisában mérhető impedancia lecsökken, amely feltételezhetően a folyadéktöbblet kiürítését célozza (Mari 1991-120).

---

## AZ ARTERIA RENALIS DOPPLER ULTRAHANG VIZSGÁLATÁNAK KLINIKAI ALKALMAZÁSA

---

A terhesség korai időszakában kialakuló oligohydramnion prognózisa kedvezőtlen. Hátterében gyakran veseagenesia áll, amelynek ultrahang diagnosztikáját az akusztikus ablak miatt pontatlan ábrázolás nehezíti. Kétoldali veseagenesia esetén az arteria renalisok sem fejlődnek ki. A diagnózis felállításában segítséget jelent a color-Doppler vizsgálat, a vesék és a renalis arteriák hiányának bizonyításával (De Vogre 1995-112). Mivel a színekódok megjelenése is függ a vizsgáló sugár beesési szögétől, különösen fontos, hogy oligohydramnion esetén megfelelő anatómiai síkban történjen a Doppler vizsgálat, ami elvileg lehetővé teszi az esetleg létező arteria renalisok áramlásának felismerését. A multicystás vese a szokványos kétdimenziós ultrahanggal biztonsággal felismerhető. A multicystás és cystikus hydronephrosis elkülönítése gyakran csak postnatalis renographiával lehetséges. A multicystás vese az arteria renalis vérkeringésének hiányával, vagy beszűkülésével jár, amely a postnatalis renographia eredményével közeli hasonlóságot mutat (Gill 1996-114). Az 5 mm-nél nagyobb fokú uni- vagy

bilaterális pyelectasia számottevően nem módosítja az arteria renalis áramlási paramétereit (Bates 1992-115). A polyhydramnionnal szövődött terhességekben a magzati arteria renalis PI értékeit élettani tartományban találták (Mari 1993-117). A progresszív vagy koraszüléssel fenyegető polyhydramnion indomethacin kezelésének nem igazolódott számottevő renovascularis hatása

(Mari 1990-116). Feltételezhető, hogy a magzatvíz mennyiségének csökkenése az intenzívebb vasopressin kiválasztásnak köszönhető, és nem az indomethacin renovascularis impedanciát fokozó hatásának (Mari 1990-116). Oligohydramnion esetén az artéria renalis hullámformája jelentősen megváltozik és a vascularis resistencia egészséges és retardált magzatoknál egyaránt kóros értékre emelkedik (Veille 1993-118, Mari 1993-117, Yoshimura 1997-119). Magzati retardatio és terminustúllépés esetén ugyancsak a veseartéria áramlási ellenállásának emelkedése igazolódott (Veille 1993-118, Yoshimura 1997-119). Az enyhe és közepes fokú hypoxiára a renovascularis terület érzékenyen reagál. A krónikus lepényelégtelenség következtében aktiválódó kompenzációs mechanizmus a keringés redistribúcióját eredményezi, és a renalis vasoconstrictió miatt csökkent veseperfúzió oligohydramnion kialakulásához vezet.

Az artéria renalis élettani vérkeringésének tanulmányozása mellett a Doppler vizsgálat kivételes lehetőséget teremt a fejlődési rendellenességek, húgyúti obstrukciók, a magzatvíz mennyiségi eltéréseinek valamint a magzati hypoxiás reflex és a retardatio részleteinek tisztázására. Az arteria renalis noninvazív áramlás vizsgálata számos kórkép korai diagnózisát segítheti, és az időben végzett beavatkozás a perinatalis morbiditás és mortalitás eredményeit javíthatja.

---

## EGYÉB MAGZATI ARTÉRIÁK

---

Csaknem két évtizeddel a magzati Doppler alkalmazásának kezdete után a színkódolt és pulzushullámú készülékeknek köszönhetően megvalósulhatott az egészen kis méretű magzati artériák keringésének ultrahang vizsgálata is (**1. Táblázat**). Az erek kisebb mérete ellenére az élettani szerepük kiemelkedő és Doppler vizsgálatuk lehetővé tette a magzat kompenzációs mechanizmusainak és haemodynamikai reakcióinak részletesebb megismerését. Az arteria adrenalís, lienalis, pulmonaris és mesenterica áramlásának mérése a sono-anatómiai ismeretek és az eredeti közlemények módszertani leírása alapján elsajátítható, de bizonyára alapos és kitartó munkát igényel.

1996-ban Mari és munkatársai ismertették a magzati *arteria adrenalís* vérkeringésének terhesség során jellemző alakulását. Az érben mérhető alacsony PI érték a terhesség során fokozatosan csökken, amely azt jelzi, hogy a mellékvesék vérellátása terminusban a legmagasabb (Mari 1996-152). Retardált és hypoxiás magzatoknál a PI további csökkenése a mellékvese vérátáramlásának további növekedését jelzi, amely a mellékvese stresszreakcióban betöltött kiemelkedő szerepét igazolja. Az „adrenalís stress reactio” a catecholamin szintézist és a magzat accommodatios képességét növeli (Jensen 1999-159).

A lüktető magzati szív *koszorúsereinek* ábrázolásáról és vérkeringésének méréséről szintén 1996-ban számoltak be (Chauri 1996-153, Gembruch 1999-160). A magzati artériás keringés centralizációja során a brain sparing effektus és a mellékvesék fokozott vérellátása mellett a coronaria ágaiiban a véráramlás drámai változása igazolható (Thornburg 1999-154). Az acut hypoxia a myocardialis keringés fokozódását idézi elő. A jobb oldali arteria coronaria átlagos áramlási sebességének jelentős emelkedése tapasztalható a hypoxiás állapot során, valamint a retardált magzatoknál egyaránt (Baschat 1997-155). A hypoxiás stress során a szív preferált vérellátása, a „heart-sparing” effektus igazolható, amelyet a koszorús erek komplex autoregulatioja okoz a tartalék perfúziós kapacitás teljes kihasználása érdekében. A hypoxiás reflexek felismerésén

túl a jövőben a magzati koszorús erek Doppler vizsgálata az echocardiographia részeként a szív fejlődési rendellenességeinek kóriszmézését is pontosíthatja, mivel a felnőttkori szívbetegségek kivizsgálásában hasznosítható módszernek bizonyult (Marx 1995-156).

Az *arteria lienalis* rezisztenciája a terhesség 18. és 42. hete között az MCA-hoz hasonlóan parabolikusan változik, a terhesség első felében emelkedik, a második felében fokozatosan csökken (Abuhamad 1995-161). A lép a vér alakos elemeinek raktározó szerve, ennek alapján az feltételezhető, hogy acut és chronicus hypoxiában egyaránt megváltozik a véráramlása, ami a Doppler vizsgálatok során igazolódott is. Retardált magzatok *arteria linealis* RI értéke a normál tartománynál jóval alacsonyabb. A jelenség a hypoxia kapcsán fokozódó erythropoietin hatásával magyarázható, amely a retardált magzatok polycythaemiáját okozza. Ugyanakkor a *lienalis arteria* fokozott véráramlása a hypoxiás károsodás kivédése érdekében az erythrocyták szisztémás vérkeringésbe jutását segíti elő (Mari 1995-162). Az Rh sensibilisatio miatt kialakuló magzati anaemia súlyosságának mértéke és az *arteria lienalis* áramlási ellenállása között szoros összefüggés tapasztalható, amely a korai noninvazív diagnózist és a cordocentesis gyakoriságának 90%-os csökkenését tette lehetővé (Bahado 1999-163).

A magzati *pulmonaris arteria* véráramlásának jellemzését követően (Emerson 1995-157) a perifériás *pulmonaris artériák* keringéséről 1996-ban számoltak be (Rizzo 1996-158). A tüdő érrendszerének fejlődése és az áramlási keresztmetszet növekedése következtében, valamint az erek muscularis rétegének elvékonyodása miatt a terhesség során a *pulmonaris verőerek* áramlási ellenállása fokozatosan csökken. Az egészséges magzatokénál magasabb *pulmonaris áramlási ellenállás* észlelhető retardatio és cordocentesissel igazolt hypoxia és asphyxia esetén is (Rizzo 1996-158). A diastoles sebesség lelassulásáért a hypoxia miatt *pulmonaris vasoconstrictio* felelős, amely szintén a keringés redistribúciójának részjelensége, hiszen a magzati életben a mirigyves tüdőállomány nem életfontosságú szerv, és a szívteljesítmény kevesebb mint 10%-a tartja fenn a keringését.

Az *arteria mesenterica superior* áramlási ellenállása a terhesség folyamán gyakorlatilag állandó. Az élettani terhesség 14. és 37. hete között a PI értéke enyhén emelkedik, de a változás nem szignifikáns (Mari 1995-162, Achiron 1998-166). A PI élettani tartományának meghatározása a klinikai gyakorlatban is hasznosítható, mert pontosabbá teszi az intestinalis keringés megítélését acut vagy cronikus hypoxia esetén. Retardált magzatoknál az *arteria mesenterica superior* áramlási ellenállása szignifikánsan emelkedik. Az *arteria mesenterica superior* fokozott rezisztenciája a keringés redistribúciója során a zsigerek és az emésztőrendszer vérellátásának csökkenését tükrözi. A kóros áramlási ellenállás magas perinatalis morbiditással jár, mert gyakoribb a magzati distress miatt végzett császármetszés, és több a neonatológiai szövődmény (*necrotisalo enterocolitis*) (Rhee 1998-167). A zsigerek vérkeringésének részletes tanulmányozása során kiderült, hogy a chronicus lepényi elégtelenség során az *arteria renalis* rezisztenciája magasabb, mint az *arteria mesenterica superioré* (Mari 1995-162). Feltételezhető, hogy a belek vérellátása preferenciát élvez a vese perfúziójával szemben, amely arra enged következtetni, hogy az oligohydramnion a magzati adaptatio korábbi jele, és a meconium ürítése ennél későbbi reakció. Az *arteria mesenterica* keringésének vizsgálata hasznos kiegészítést nyújt a retardatio és az acut hypoxia haemodynamikai következményeinek felismeréséhez.

## A MAGZAT VÉNÁS VÉRKERINGÉSÉNEK DOPPLER ULTRAHANG VIZSGÁLATA

---

A magzat vénás keringésének vizsgálata az utóbbi években a klinikai kutatások előterébe került, mert a szív működés részleteinek tanulmányozásán túl a haemodynamikai változások új aspektusa elemezhető. Dokumentálták a vena umbilicalis, a ductus venosus és a vena cava inferior élettani terhekre jellemző véráramlását (Hecher 1996-127, Moll 126). A magzati szív compensált állapotában az artériás és vénás véráramlás egyensúlyát a kamrák és a pitvarok kiegyenlített teljesítménye tartja fenn, amely pontosan követi a magzati szervek növekedését és fejlődését. A központi vénás nyomás szívciklussal szinkron váltakozása következtében a vénás rendszer vérkeringése lüktető jellegű. A központi visszerekben a sebesség hullám több fázisú. Az első a kamrai systole következménye, a második a diastole kezdetén alakul ki, amikor az atrioventricularis billentyűk kinyílnak és megkezdődik a kamrai telődés. A harmadik fázis a diastole végét jelzi, ekkor legalacsonyabb a vénás áramlási sebesség a pitvar systoles nyomásának emelkedése következtében. A vénás keringés Doppler vizsgálata a perifériás vénás keringésről és a szív teljesítményéről egyaránt információt nyújt, amely közvetlenül hasznosítható lesz a magzati veszélyállapot felismerésében és klinikai ellátásában.

### A VENA UMBILICALIS

---

A lepényben oxygenizált vér a vena umbilicalison keresztül jut a vena portaeba és a ductus venosusba, amelyből a vena cava inferiorba áramlik és a jobb pitvaron át kerül a magzat domináló nagyvérköri keringésébe (Lampé-Papp Szül.Nőgyógy.Tankönyv 203). Élettani terheknél a vena umbilicalis véráramlása folyamatos és viszonylag alacsony sebességű (20-30 cm/s) (Huhta JC 1987-123). Doppler vizsgálatát elsőként Gill közölte 1979-ben (Gill 1979-124). A terhesség első trimeszterétől kialakul a vena umbilicalis folyamatos áramlása, amely a 8. és 13. hét között még lüktető jellegű, feltehetőleg a vena cava inferior nyomásviszonyainak átvezetődése miatt. A terhesség további idején hullámzó, vagy lüktető jellegű áramlás csak kóros esetben észlelhető, amikor a szív rendellenes működése okán a centrális vénás nyomás megemelkedik. A vena umbilicalis kóros áramlása a cardialis decompensatio késői jele, ezért ilyenkor indokolt az artériás keringés és a vena cava inferior, valamint a ductus venosus Doppler vizsgálata is. Feltételezhető, hogy a kóros sebesség hullám formák az artériás keringés redistribúciója utolsó fázisát követően detektálhatók, amely közvetlen magzati veszélyállapotot jelez.

### A DUCTUS VENOSUS ARANTII

---

A ductus venosus az embryonalis fejlődés során a hepaticus sinusok összeolvadásával keletkezik, majd önálló vénává formálódik. A ductus venosus közvetlen összeköttetést teremt a vena umbilicalis és a vena cava inferior között. Az anatómiai helyzeténél fogva különleges élettani

funkciót lát el, mert a lépény oxygenizált vér mintegy fele a ductus venosuson át jut a jobb pitvarba. A trombita formájú kis véna terminusban átlagosan 17 mm hosszúságú. Szűk bemenete 1 mm átmérőjű. Szélesebb kimenettel, mintegy 3 mm-es öbölként csatlakozik a vena cava inferiorba. Lumene a vena umbilicalisénak mindössze harmada, ezért a véráramlás sebessége jelentősen felgyorsul (Kiserud 1999-127). A ductus venosus áramlásának Doppler vizsgálatáról először Kiserud számolt be 1991-ben (Kiserud 1991-128). A ductus venosus az embryonális élet 8. hetétől ismerhető fel ultrahanggal. A terhesség első felében tapasztalható változó irányú áramlás is, de azt követően a vér áramlása egyirányú. A 18. héttől transzabdominalis úton is ábrázolható színekód Doppler segítségével (Huisman 1992-130). Élettani terhesség során a ductusban az áramlási sebesség folyamatosan növekszik, viszonylag gyors és terminusban kb. 100 cm/sec értékű. A hullámformák a szív ciklus nyomásának változásait követik (Kiserud 1991-128). A vénás áramlási sebesség jellegzetes hullámformája három fázisra osztható (**13. Kép**). Az első csúcs kamrai systole következménye, a második alacsonyabb sebességű fázis a kamrai diastole és telődés kezdetén látható. A harmadik fázisban az áramlási sebesség mélypontra jut, mert a kamrai végdiastole idejében kezdődik a pitvari systole, amely jelentős nyomásemelkedést okoz a központi vénákban, mivel a pitvari contractio során a foramen ovale bezáródik. A ductus venosus véráramlását elsősorban a vena umbilicalis és a vena cava inferior közötti nyomáskülönbség határozza meg. Annak ellenére, hogy a véráramlás egyirányú, a ductus venosus a kóros nyomásviszonyok retrograd irányú átvezetését is lehetővé teszi a vena umbilicalis felé. A keringési sebességet a magzat légzőmozgásai is jelentősen befolyásolják (Kiserud 1999-128). Mivel a ductus venosus és a vena portae keringése párhuzamos, a máj bizonyos betegségei, vagy a keringés redistribúciója is megváltoztatja a ductus áramlását. Hypoxia során a lumen kitágulásáért és a postnatalis életben történő elzáródásáért bonyolult szabályozó mechanizmusok felelősek, amelyekben a prostaglandinok szerepe elsődleges (Morin 1987-131). A ductus venosus szabályos hullámformái a centrális vénás nyomás, a pitvari és kamrai működés, valamint a lépényi perfusio funkcionális egységét jelzik. A centrális vénás nyomás emelkedésével járó kórképekben az élettani véráramlás sebessége és jellege a ductus venosusban, valamint a vena umbilicalisban is megváltozik. A ductus venosus Doppler vizsgálata reprodukálható módszernek bizonyul, amely egyre több kórkép elkülönítő diagnosztikájában nyújt hasznos segítséget.

## A VENA CAVA INFERIOR

---

A vena cava inferior a magzati test és a perifériás szervek központi visszere. Doppler hullámformái egyrészt a jobb pitvari funkcióról, másrészt a magzati test vénás keringéséről tájékoztatnak. A vena cava inferior keringésének ultrahang vizsgálatáról többen beszámoltak (Chiba 1983-48, Huisman 1991-132, Wladimiroff 1992-133). A szerzők leírása alapján a vena cava inferior már a 11. héttől pontosan vizsgálható és a sebesség hulláma háromfázisú (**14. Kép**). Az első a kamrai systole miatti legnagyobb sebességnövekedés, a második fázisban a sebesség kisebb, amely a kamrai diastole kezdetével és az atrioventricularis billentyűk megnyílásával van szinkronban. A harmadik fázisban a véráramlás iránya megfordul, mivel a pitvari systole során a centrális vénás nyomás hirtelen jelentősen megemelkedik. Az első trimeszterben a reverz áramlás olyan kifejezett, hogy a vena umbilicalis lüktető jellegű vérkeringése is ezzel a jelenséggel magyarázható (Rizzo 1992-134). A vena cava inferior átlagos áramlási sebessége a terhesség során folyamatosan növekszik, miközben a pitvari systole során jellemző reverz áramlás időtartama és amplitúdója

csökken (Wladimiroff 1992-133). A vénás áramlási sebességet jelentősen módosítják a légzőmozgások. A vena cava inferior keringésének vizsgálata a pitvari telődésről és a szívritmus zavarairól, valamint a decompensatio haemodynamikai változásáról ad tájékoztatást. Kóros tekinthető a vérkeringés, ha a negatív és pozitív sebességek aránya és a reverz áramlás időtartama emelkedett.

## A VÉNÁS KERINGÉS DOPPLER ULTRAHANG VIZSGÁLATÁNAK KLINIKAI ALKALMAZÁSA

---

A vénás keringés Doppler vizsgálata a magzati állapot pontos megítélésének hasznos kiegészítő módszere. Az élettani viszonyok dokumentálását követően tanulmányozták, a ritmuszavarok, a congestiv szívbetegség, és a hypoxiás decompensatio vénás áramlási jellemzőit is (Gudmundsson 1999-121). A kóros áramlási minták eltérő mértékben mindegyik centralis vénában felismerhetők, de súlyosabb esetben a vena umbilicalisban is észlelhetővé válnak. A vénás keringés diagnosztikus célú Doppler vizsgálata során a vena cava inferior, a ductus venosus és a vena umbilicalis áramlási paramétereinek együttes értékelése adhat megbízható információt. A vena cava inferior sebesség hullámának kvantitatív elemzéséhez a preload index, vagy telődési index alkalmazható, amely a pitvari systole alatt kialakuló legnagyobb negatív sebesség és a kamrai systole során mérhető legmagasabb sebesség hányadosa (Atrial Systolic Volume/Ventricular Systolic volume: AS/VS). A ductus venosus sebesség hullám számszerű jellemzésére két lehetőség van. Egyik az artériás keringés minősítésére szolgáló S/D arányhoz, vagy az RI-hez hasonló, amely a kamrai systolés és diastolés csúcsebességek hányadosa (Ventricular Systolic Volume/Ventricular Diastolic Volume:VS/VD). A másik index a kamrai systolés csúcsebesség és a pitvari systole során mérhető legalacsonyabb sebesség aránya (Ventricular Systolic Volume/Atrial Systolic Volume:VS/AS).

A ductus venosus szabálytalan hullámformáinak már az első trimeszterben lehet gyakorlati jelentősége. A chromosoma rendellenességek gyakori biofizikai jele a nyaki redő, de kialakulásának mechanizmusa nem pontosan tisztázott. Igazolódott, hogy a 13-as, a 18-as és a 21-es trisómiában szenvedő embriók ductus venosusában a véráramlás sebessége szignifikánsan lelassul, ezért a ductus Doppler vizsgálata chromosoma rendellenességek gyanújakor hasznos diagnosztikai módszer lehet (Matias 1998-200). A vastag nyaki redő megjelenésének egyik feltételezhető magyarázata az ébrényi szív teljesítményének átmeneti csökkenése (Montenegro 1997-199).

A vena cava inferior és a ductus venosus véráramlásának lüktetése a szív ciklus nyomásviszonyait követi. Pitvari vagy kamrai extrasystole kapcsán a vena cava inferiorban a pitvari systole során kialakuló reverz áramlás jellegzetesen változik és a ductus venosus hullámformáját is módosítja (Gudmundsson 1999-121). Supraventricularis extrasystole következtében a ductus venosusban reverz áramlás alakul ki, amelynek amplitúdója (negatív sebessége) nagyobb és a szív ciklus során korábban regisztrálható a szabályos pitvari systole idejénél. A ventricularis extrasystolék esetén a reverz sebesség-pulzus szabályos időpontban, a pitvari systole idejében látható, de a negatív amplitúdó mélyebb, mert a pitvari contractio a zárt atrioventricularis billentyűk ellenében nagyfokú nyomásemelkedést okoz. A kamrai extrasystolét követően jellegzetes compensatio fázis látható a vénás sebesség hullámokon. A vena cava inferior áramlása hullámzó sebességűvé válik pitvarremegés kapcsán, amely nagyon hasonló lehet a

supraventricularis tachycardia okozta elváltozáshoz. A supraventricularis tachycardia rövid időn belül decompensatiohoz és hydrops kialakulásához vezet. Célszerű a diagnózis pontosítását követően az intrauterin gyógyszeres cardioversio megkísérlése, amelynek monitorozása a vena cava inferior és a ductus venosus keringésének Doppler vizsgálatával lehetséges (Kerényi 1980-206, Gembruch 1999-135). A magzati arhythmiaik esetén pontosítható a kórisme, követhető a gyógyszeres kezelés hatása, a szívritmus szabályossá válása és a szívteljesítmény javulása is (Tonge 1986-73).

A szívteljesítmény tartós csökkenése a pitvari nyomás emelkedését okozza, amely magzati non-immun hydrops kialakulásához vezet. A hydrops eredete nehezen tisztázható. Alkalmanként kezelés rövid időn belül spontán megoldódik, máskor a magzat elhalásához vezet. A Doppler vizsgálat segítséget nyújt a cardialis, vagy extracardialis eredet elkülönítéséhez. Decompensált szívműködés esetén a vena umbilicalis pulzáló vérkeringése detektálható, amely az arteria umbilicalis kóros áramlásának (AREDV) lehet következménye, egyben a kedvezőtlen perinatalis eredmény előjele is (Gudmundsson 1991-141). A vena umbilicalis kóros áramlásának oka azonban minden bizonnyal a decompensált szív központi vénás keringésre kifejtett hatása. A vena cava inferiorban a pitvari systoles reverz áramlás kímélése a ductus venosuson átvezetődik az umbilicalis vénába. A centrális és perifériás vénák kóros áramlása non-immun hydrops esetén segítséget nyújthat a cardialis vagy viralis eredet tisztázásához és a perinatalis kockázat megítéléséhez.

A perinatalis ultrahanggal felismert vitiumok negyedénél észlelték a ductus venosus kamrai systoles csúcsebességének csökkenését, és kétharmadánál a pitvari contractio alatt az áramlási sebesség jelentős lassulását (Kiserud 1993-138). A viszonylag kis esetszám ellenére az eredmények a ductus venosus Doppler vizsgálatának előnyére irányítják a figyelmet. A pitvari contractio során észlelt kóros mértékű sebességlassulás az emelkedett végdiastoles kamrai nyomás következménye, amelynek leggyakoribb oka a myocardium hypoxia, vagy pangás miatti túlfeszülése.

Az anaemia hyperkineticus keringést okoz, mert a vér viszkozitás csökken és a szöveti oxygenisatio csak gyorsabb volumenperfúzióval teljesíthető. Az aorta átlagos áramlási sebessége mellett a vena umbilicalis keringési sebessége is fokozódik (Nicolaidis 1990-139). A magzati anaemiához a ductus venosus gyorsult véráramlása társul, amely röviddel az intrauterin vértransfúziót követően normalizálódik (Oepkes 1993-140). A ductus venosus Doppler vizsgálata az anaemia noninvazív monitorozásának ígéretes lehetőségét kínálja, amely az aorta descendens és az MCA vizsgálati eredményeit pontosíthatja (Mari 2000-79).

A fokozott lepényi ellenállás a chronicus lepényi elégtelenség következtében a szív, az agy és a mellékvesék biztonságos oxygenisatioja érdekében az arteriás keringés átrendeződik. Az arteriás keringés redistributioja a magzati compensatio tartalék kimerülését jelenti, amelyet a vénás keringés pathológiás megváltozása követ (Hecher 1995-104). A perifériás vasoconstrictio miatt az aorta descendensben emelkedik a haemodinamikai rezisztencia. A fokozott afterload a kamrai végdiastoles nyomás emelkedésével jár. A decompensatio következtében a jobb pitvari telődés akadályozott és a centrális vénás áramlás jellege is kórossá válik. A pitvari systole során a reverz vénás áramlás eleinte csak a vena cava inferiorban válik mélyebbé, később a ductus venosus keringésében is negatív áramlási sebességként jelenik meg, legvégül a vena umbilicalis áramlása is pulzáló jellegűvé válik. A klinikai kép röviddel ezt követően a szív dilatatiojával és a papillaris izmok működészavarával egészül ki, amely az atrioventricularis regurgitatio miatt a szívteljesítményt tovább rontja. A cardiovascularis rendszer működésének összeomlása és az asphyxia a magzat elhalásához vezet (Rizzo 1994-136). A vénás rendszer kóros áramlása a

közvetlen magzati veszélyállapot figyelmeztető jele. Az arteriás keringés redistribúciója esetén a vénás keringés Doppler vizsgálata segítségével a szülés időzítése pontosítható. Szabályos vénás hullámformák esetén a várakozás a magzati állapot gyakori ellenőrzése mellett megengedhető, a kóros hullámformák azonban a terhesség császármetszéssel történő befejezésének szükségességére hívja fel a figyelmet (Hecher 1995-137). Az aorta descendens és az arteria umbilicalis AREDV áramlása önmagában is a magzati elhalás veszélyének igazolt előjele, amely mindig megelőzi a kóros vénás hullámformákat. A kóros centrális vénás keringés a magzat hypoxiás állapotának késői fázisát jelzi. A jövőben a magzati veszélyállapot korai felismerését az artériás véráramlás Doppler index hányadosainak (placento-cerebrális, aorto-cerebrális arány) klinikai előnyeit igazoló tanulmányok segíthetik.

## A MATERNOFETÁLIS VÉRKERINGÉS DOPPLER ULTRAHANG VIZSGÁLATÁNAK JAVALLATAI

---

A magzati állapot jellemzésére szolgáló módszerek egy része szűrővizsgálatként, másik része diagnosztikus módszerként hatékonyabb. A szűrővizsgálatot tünetmentes populációban célszerű végezni, amikor a szűrni kívánt betegség pontosan definiált és a prevalenciája viszonylag magas. A vizsgálat teljesítményét tehát a szűrni kívánt betegség előfordulási gyakorisága és a módszer érzékenysége határozza meg. Ideális esetben a szűrővizsgálat pozitív eredménye következtében az ellátás és az észlelés módja is megváltozik, amely csak akkor vezethet a perinatális eredmények javulásához, ha reverzibilis fázisban lévő kórállapotot jelez, amelynek a terápiás lehetősége is adott. A terhesgondozás gyakorisága és módja a részletes kórelőzményre, valamint klinikai és laboratóriumi vizsgálatok eredményeire alapozható. A napjainkban alkalmazott terhesgondozói vizsgálatok jó része a széleskörű populáció szűrésére teljesen elfogadott és bizonyítottan hasznos módszer. Az elmúlt húsz év során először az arteria umbilicalis, később az arteria uterina Doppler szűrővizsgálata kerül az érdeklődés középpontjába.

---

### SZŪRŐVIZSGÁLATOK

---

---

#### AZ ARTERIA UMBILICALIS SZŪRŐVIZSGÁLATA

---

A magzati Doppler korszakának kezdetén az arteria umbilicalis keringésének vizsgálatát szűrő- és diagnosztikus módszerként, valamint észlelés céljából egyaránt alkalmazták, miután igazolódott, hogy az emelkedett áramlási ellenállás háttérében a lepény szöveti károsodása áll, amely az elégtelen funkció oka. Az arteria umbilicalis széles körben végzett Doppler szűrővizsgálatának hatékonysága azonban még ma is bizonyítékokat igényel. A rendelkezésre álló klinikai tapasztalatok és az összefoglaló közlemények következtetései alapján megállapítható, hogy a teljes terhes populációban az arteria umbilicalis Doppler vizsgálata önmagában sem a fokozott perinatális kockázatú terhességek kiszűrésére, sem diagnosztikus módszerként nem hatékony. Az élettani terhességben a randomizált, kontrollált tanulmányok eredményei egybehangzóan jelzik, hogy a lepényi elégtelenség következményeinek széles körű szűrésére az arteria umbilicalis egyedüli vizsgálata nem elegendő és nem is gazdaságos. Az arteria umbilicalis kóros keringése a magzati biometria és Doppler vizsgálatok számának jelentős emelkedését okozta, azonban a szülészeti ellátás módját nem változtatta meg. Nem igazolható szignifikáns különbség a szülés alatti distress és a perinatális elhalás gyakorisága között az élettani terhességek azon két csoportjában, amelyek közül az egyikben az umbilicalis Dopplert rutin szűrőmódszerként használták, a másikban pedig áramlásvizsgálat nem történt (Gofinet 1997-147). Az élettani terhességekben az arteria umbilicalis Doppler vizsgálat klinikai hasznosságának tanulmányozása után igazolódott, hogy az emelkedett áramlási ellenállás alacsonyabb születési súllyal jár, de a retardatio terápiás

lehetőségének szűkössége miatt nem eredményezte a neonatológiai mutatók javulását (Gofinet 1997-148). A teljes terhes populáció széles körű umbilicalis Doppler szűrése szintén nem hatékony, azonban a klinikai tanulmányok az elkerülhető magzati elhalások számának csökkenését hangsúlyozzák (Whittle 1994-149). Metaanalízisek alapján a veszélyeztetett terhesek körében, ahol a belgyógyászati, vagy szülészeti leletek kapcsán a lepényi működés beszűkülése feltételezhető, az arteria umbilicalis áramlásának vizsgálata a perinatalis mortalitás 30 %-os csökkenését eredményezte (Alfirevic 1995-9, Gofinet 1997-150). Az eredmények arra irányítják a figyelmet, hogy az átlagosat meghaladó magzati kockázat esetén a rendszeres Doppler a terhesgondozás szerves része legyen. Az arteria umbilicalis AREDV lelete kapcsán a szülemegindítás alaposan megfontolandó a magzati elhalás elkerülése céljából. Az arteria umbilicalis rezisztenciájának kis- vagy közepesfokú emelkedése elsősorban a lepényi keringés akadályozottságára és a lepényi működés részleges elégtelenségére utal. Folyamatos, de csökkent diastoles sebesség regisztrálásakor a terhesség befejezése nem indokolt, egyrészt az arteria umbilicalis Doppler alacsony pozitív prediktív értéke miatt (Todros 1996-151), másrészt azért, mert a magzat arteriális és vénás keringésének egyéb paraméterei, valamint a Doppler index hányadosok pontosabb képet adnak a korai, az átmeneti és a terminális haemodinamikai változásokról.

Az arteria umbilicalis szűrővizsgálata a teljes terhespopulációban és az élettani terhességekben nem (költség) hatékony. Lepényi elégtelenség nagyobb valószínűsége esetén azonban az arteria umbilicalis szűrővizsgálata lehetőséget teremt a magzati hypoxiás veszélyállapot felismerésére és a perinatalis mortalitás javítására. A korszerű szülészeti gyakorlatban a modern készülékekkel a materno-fetalis keringés komplex vizsgálata vált kívánatosná, ezáltal nemcsak a mortalitás, hanem a morbiditás is csökkenthető.

---

## AZ ARTERIA UTERINA SZŪRŐVIZSGÁLATA

---

Számos tanulmány megkísérelte az arteria uterina szűrővizsgálata során kapott eredmények összegzését és klinikai hasznosítását (Arduini 39, Steel 40, Kurdi 76, Mires 75, Benedetto 77). A terhesség 24. hete után a hypertonia és a preeclampsia 6-8% gyakorisággal fordul elő és az anyai mortalitás fontos oka. A perinatalis mortalitás, morbiditás és neurológiai károsodás nagyon gyakori magzati retardatio esetén, amely éppen a preeclampsia velejárója. Alapvető fontosságú tehát a veszélyeztetett terhesség korai felismerése, amely ideális szűrőműszert igényel. Miután a legtöbb klinikai tanulmány egybehangzóan azt igazolta, hogy az arteria uterina kóros áramlási formája szoros összefüggést mutat egyrészt a decidua és a placenta szöveti eltéréseivel, másrészt a magas perinatalis morbiditással, a terhességi veszélyállapotok kiszűrésének ideális módszerét az arteria uterina Doppler vizsgálata jelentheti. A vizsgálat nagy terhes populáció, gyors, egyszerű, olcsó, könnyen értelmezhető és reprodukálható szűrésére alkalmazható a hypertonia és a magzati retardatio korai felismerése céljából. Klinikánk beteganyagában 24 terhességet követtünk, amelyekben a 20. és 28. hét között a Doppler vizsgálat során uni- vagy bilaterális arteria uterina notch igazolódott. A perinatalis eredmények közül kiemelendő, hogy preeclampsia 50, retardatio 55 százalékban fejlődött ki, míg a hypoxia miatt végzett császármetszés aránya 75%-os volt.

Mindezek alapján körvonalazható, hogy a magzat anatómiai szűrővizsgálata a terhesség 18. és 20. hete között a közeljövőben az arteria uterina áramlásvizsgálatával egészül ki (Mires 1998-75). A kóros uteroplacentáris keringés megbízható biofizikai markere a legsúlyosabb terhességi

kórképek korai fázisának. Az arteria uterina Doppler szűrővizsgálata a terhesség határfokának javulását eredményezheti.

---

## DIAGNOSZTIKUS VIZSGÁLATOK

---

A magzati keringés ultrahang vizsgálata a klinikai diagnózis tisztázását, a magzat állapotának észlelését, a vizsgálatok megfelelő ütemezését és a szülés optimális időpontjának meghatározását szolgálja. Kóros leletek esetén a feltételezett magzati diagnózis megerősítése, vagy kizárása céljából a Doppler ultrahang kitüntetett szerephez jutott az elmúlt évtizedben. A magzati vérkeringés vizsgálatának leggyakoribb indikációját harmadik trimeszter során észlelt gyanús, vagy kóros biofizikai és biometriai (esetleg biokémiai) eredmények képezik. A lepényi működés zavarára utaló jelek és a terhelő szülészeti, vagy belgyógyászati előzmény a materno-fetalis keringés rendszeres vizsgálatát teszik szükségessé a harmadik trimeszterben (**3. Táblázat**). A Doppler észlelmódszerként is hasznosnak bizonyult, mert a haemodynamikai viszonyok jellemzése lehetővé teszi az artériás vér eloszlásának megítélését és a szülés optimális időzítését.

A Doppler ultrahang vizsgálat klinikai alkalmazásának lehetőségeit az alábbiakban ismertetjük:

---

### A DOPPLER VIZSGÁLAT SZEREPE A CSÖKKENT LEPÉNYI TELJESÍTMÉNY ELLENŐRZÉSÉBEN

---

Az utero placentáris és a magzati keringés ultrahang vizsgálatának szerepe felértékelődik az anya belgyógyászati betegségei, terhelő szülészeti előzménye, vagy a kórosnak ítélt ultrahang lelet esetén.

Az essentialis hypertonia, a vesebetegség, az insulin dependens diabetes mellitus (IDDM), az autoimmun kórképek (SLE, anticardiolipin, antiphospholipid antitestek), a thrombophyliák (Protein S, C hiány) a terhesség során az anyai állapot romlására hajlamosítanak, amelyhez gyakran társul a lepényi működés zavara is. A terhelő szülészeti előzmény (kettőnél több spontán vetélés, magzati elhalás, perinatálisan károsodott újszülött és asszisztált reprodukciós technikával fogant terhesség), valamint a magas, vagy alacsony anyai életkor, az első trimeszter során észlelt subchorialis haematoma, továbbá a persistáló arteria uterina notch alapján ugyancsak a lepényi teljesítmény elégtelensége feltételezhető. A terminustűllépés, a szövődménymentes ikerterhesség és többes ikerterhesség szintén a lepényi funkciók relatív elégtelenségét valószínűsítik (**3. Táblázat**). A terhesség prognózisa szempontjából valamennyi felsorolt esetben hasznos információt kínál az arteria uterina keringésének 20. hét utáni vizsgálata. Perzisztáló notch esetén a harmadik trimeszter során a klinikai képtől függően a magzati keringés rendszeres vizsgálata indokolt (1-4 hetenként). Amennyiben az arteria uterina keringése szabályos, a magzati keringés Doppler vizsgálatát az anyai betegség progressziója miatt, vagy a gyanús ultrahang és/vagy CTG leletek tisztázása céljából kell elvégezni. A lepényi nutritív és respirációs működésének csökkenése feltételezhető, ha a magzat növekedési üteme lassul, a 36. terhességi hét előtt multiplex lepényi infarctusok igazolódnak, vagy a

magzatvíz mennyisége csökken, továbbá terminustúllépés esetén is. Megfelelő magzati növekedési ütem mellett a 36. hét előtt detektált Grannum I-III fokozatú lepényi érettség esetén a magzati keringés vizsgálata a biztonság kedvéért havonta egy alkalommal javasolható. Az IUGR gyanúja több irányú és gyakoribb észlelést tesz szükségessé. Az oligohydramnion a terhesség egésze során komoly klinikai jelentőségű (Papp Z.-Genetika 205). Ha a magzatvíz mennyiség csökkenésének minden egyéb oka kizárható (malformatio, burokrepedés), akkor a lepény respiratio működésének beszűkülésével és a magzati vese perfusiojának következményes csökkenésével, oliguriával magyarázható. A magzati keringés Doppler vizsgálata lehetővé teszi az oligohydramnion okának tisztázását és a magzati állapot követését. Éretlenség esetén az oligohydramnion, a növekedési ütem és a biofizikai profil kontrollja mellett a magzat haemodynamikai állapotának hetenkénti, rendszeres ellenőrzését indokolja. A magzat kielégítő állapota lehetővé teszi az oligohydramnion korrekcióját is. A Doppler vizsgálat segítségével ellenőrizhető a tüdőhypoplasia elkerülését célzó amnioninfúziók magzati keringésre gyakorolt hatása is (Szabó I. 1993-204 POTE). A terhességi kor gyakori bizonytalansága miatt az oligohydramnion a szülés becsült időpontjának közelében indokoltá teszi a magzati keringés Doppler vizsgálatát is. A magzati érettség elérése után az oligohydramnion szülésindukció javallatát képezi (Lampé Szül.Nőgyógy.Tankönyv 203). A terminus túllépése önmagában a perinatális mortalitás emelkedésével jár (Lampé 1996-201). A 40. hét után észlelt oligohydramnion naponkénti CTG ellenőrzése mellett a Doppler vizsgálatot is elengedhetetlenné teszi. Kedvezőtlen méhszájstatus a terhesség rövid ideig történő továbbviselését teheti szükségesszerűvé, amely csak akkor engedhető meg, ha a magzati keringés paraméterei élettani tartományban vannak. Hypoxiára utaló magzati jelek esetén a szülésindukció nem halasztható.

A harmadik trimeszter időszakában kialakuló biofizikai eltérések okának tisztázása és a magzat aktuális állapotának megítélése céljából a Doppler vizsgálat meghatározó jelentőségű és karmester szereppel bír az észlelési terv kialakításában.

## A CHRONICUS LEPÉNYI ELÉGTELENSÉG HAEMODYNAMIKAI JELLEMZŐI

---

A lepény nutritív és respiratio funkciójának beszűkülését a magzat tápanyag és oxigénellátásának tartós csökkenése kíséri. A magzat a védekező mechanizmusainak aktiválásával hosszú ideig képes a hiányállapot kompenzálására. A kompenzáció sikerét a lepényi elégtelenség kialakulásának gyorsasága, fennállásának időtartama, súlyossága, valamint a magzat kora, állapota, és egyéni érzékenysége befolyásolja. A hosszabb ideig tartó hiányállapot szükségessé teszi adaptációs tartalék teljes kihasználását.

Az accommodatio reakció lényege és célja az oxigénellátás növelése, a felhasználás csökkentése és az életfontos szervek védelme. Az intervillós vér alacsonyabb oxigéntartalma esetén a megfelelő magzati oxygenisatio céljából egyrészt az extractio, másrészt a lepényi perfusio fokozódik (Iskowitz J.). A lepényi teljesítmény tartós, 30-40%-os csökkenése a magzat chronicus éhezéséhez és oxigénhiányához vezet, amely valamennyi érrendszer keringését megváltoztatja. A lepényi vascularis ellenállás emelkedése az arteria umbilicalis Doppler vizsgálatával igazolható. A magzati kompenzáció fokozatos. Az elégtelen lepényi funkció és lepényi keringés chronicus stresst okoz. A catecholamin kiáramlás a perifériás szervek vérellátásának csökkenéséhez és az aorta resistenciájának emelkedéséhez vezet. Az elégtelen tápanyagellátás, a tartós éhezés az elsődleges

adaptatio révén a növekedés lassulásához, retardatiohoz vezet. Az oxigén kínálat tartós beszűkülése újabb kompenzációs rendszert aktivál, amely az energiaigényes életfunkciók redukcióját eredményezi. Csökken a magzat biofizikai aktivitása, később a szövetek és sejtek oxigénfelhasználása, az alapanyagcsere is. Az oxigénhiány az artériás keringés fokozatos átrendeződését okozza, amely az életfontos szervek védelmét teszi lehetővé a perifériás szervek kielégítő vérellátásának rovására. Kezdetben a brain sparing effektus alakul ki, később a perifériás vasoconstrictio fokozódása következtében az aorta és az arteria umbilicalis rezisztenciája is tovább emelkedik. A sympathocotonia mérsékli a szív működés reaktivitását és az élettani irregularitását. A tartós lepényi elégtelenség a magzat oxigénszállító kapacitását is növeli, mert polycythaemiát okoz. Közben a veseperfúzió jelentős csökkenése miatt oligohydramnion alakul ki, a zsigerek artériás vasoconstrictioja miatt meconiumürítés észlelhető. A további lepényi elégtelenség a védekező mechanizmusok kimerüléséhez, decompensatiojához vezet, amelyet kiszámíthatatlanul rövid idő múlva asphyxia és distress követ. A perifériás keringés hypoxia miatti beszűkülése egyrészt a respiratio acidosis követő metabolicus acidosis kialakulását, másrészt az aorta áramlási ellenállásának további emelkedését eredményezi. A keringés centralisatioja és a szívteljesítmény fokozatos romlása az aortában és az arteria umbilicalisban a diastolés véráramlás megszűnéséhez vezet. Az asphyxia a magzatmozgások teljes megszűnését és kóros szív működést, beszűkült oscillatiót, deceleratiókat eredményez. Terminális állapotban a centrális és perifériás vénás keringés pathológiás hullámformái a cardialis decompensatio legutolsó jelei. Az asphyxia és a szívelégtelenség a magzat elhalásához vezet.

## A DOPPLER VIZSGÁLAT SZEREPE A TERHESSÉGI HYPERTONIA FELISMERÉSÉBEN ÉS KÖVETÉSÉBEN

---

A hypertonia a terhesség leggyakoribb szövődménye. 5-10%-ban fordul elő, sokszor követi magzati retardatio és a perinatalis anyai és magzati morbiditás és mortalitás egyik vezető oka. Az arteria uterina és umbilicalis Doppler vizsgálata, valamint a lepény és a decidua hystologiai elemzése betekintést adott a terhességi hypertonia patophysiológiájába.

*(A lepény anyai és magzati oldalának kóros véráramlása és a terhességi hypertonia, a magzati retardatio, valamint a perinatális szövődmények közötti összefüggés részletei az uteroplacentáris és fetoplacentáris szülő fejezetben olvashatók).*

Terhességi hypertoniában nagyon gyakran észlelhető a méh és a lepény ereinek beszűkült keringése. A kórkép súlyossága az arteria uterina és az arteria umbilicalis Doppler indexei alapján osztályozható. Mindkét oldali arteria uterina és az arteria umbilicalis kóros véráramlása esetén szignifikánsan kisebb a magzatok átlagos súlya és terhességi kora, valamint a szövődmények előfordulása is gyakoribb, mint az élettani terhességekben (Ducey 1987-37). Az arteria uterina notch mélysége arányban van a kialakuló hypertonia súlyosságával (Haddad 1999-192). A prognózist pontosabban tükrözi a hypertoniás terhesek Doppler eredményei alapján történő csoportosítása (Thaler 1992-193). A legkedvezőbb perinatális eredmények akkor észlelhetők, ha nincs uterina notch és az arteria umbilicalis Doppler indexei is élettani tartományban vannak, de a szülés alatt kialakuló magzati distress miatt végzett császármetszés gyakorisága így is közel 30 %-os. Az arteria uterina notch az arteria umbilicalis RI emelkedésével együtt a legsúlyosabb szülészeti szövődmények kialakulásához vezet. Ebben a csoportban a magzati retardatio 73%-os előfordulása

mellett a perinatális mortalitás 21, míg a morbiditás 74%-os (Thaler 1992-1993). A terhesség 20 hete után az arteria uterina és umbilicalis Doppler indexeinek részletes elemzése nemcsak a perinatális szövődmények kialakulásának valószínűségéről, hanem azok súlyosságáról is tájékoztat. A terhességi hypertonia súlyos, középsúlyos és enyhe formája is az anyai állapot és a lepényi perfúzió további romlásához vezet, ezért a gyógyszeres kezelés a korszerű szülészeti gyakorlatban feltétlenül indokolt. Az anyai vérnyomás csökkenése az utero-placentáris keringést is módosíthatja. A Doppler vizsgálat a gyógyszerek által okozott uterinális és umbilicalis haemodinamikai változások tanulmányozásának és követésének reprodukálható, noninvazív lehetőségét biztosítja. A leggyakrabban használt antitensív szerek – a beta blockerek, hydralazin, calcium csatorna blockolók – humán uteroplacentáris vérkeringésre gyakorolt hatásait több klinikai tanulmány ismertette (Fairlie 1991-1994, Joupilla 1985-1995, Thaler 1991-1996). Az anyai vérnyomás szignifikáns csökkenése mellett az uteroplacentáris keringés gyakorlatilag nem módosul az antitensív szerek hatására, kivéve a beta blockereket, melyek tartós alkalmazása a myometrium perfúziójának kis mértékű csökkenését és az IUGR gyakoribb előfordulását okozhatja. A terhességi hypertonia pathogenesisében a thromboxan és a prostacyclin hatás egyensúlyának elbillenése fontos szereppel bír. Az alacsony dosisu aspirin kezelés csökkenti a thromboxan szintet, ezáltal a veszélyeztetett terhességekben a toxaemia kialakulásának lassítását, lefolyásának enyhítését eredményezheti. Az aspirin preventio valószínűleg a decidua és a lepény microcirculatiojának javítása révén járul hozzá a kedvezőbb klinikai és perinatalis eredményekhez. A hatás az uteroplacentaris és umbilicalis erek Doppler vizsgálatával követhető (Blumenfeld 1991-1997, Dumont 1999-1998).

## A DOPPLER VIZSGÁLAT SZEREPE AZ INTRAUTERIN MAGZATI RETARDATIO KLINIKAI ELLÁTÁSÁBAN

---

A magzat növekedése az egyik legbonyolultabb biológiai folyamat. Ideális körülmények között az uteroplacentáris működés tökéletesen fedezi a növekvő és fejlődő magzat igényeit. A születési súly a terhesség sikerének fontos jellemzője, amely az intrinsic növekedési potenciál és az extrinsic növekedési faktorok kölcsönhatásának végeredménye. Az extrinsic faktorok hatása a terhesség előrehaladtával egyre kifejezettebb. A növekedés lelassulása intrauterin magzati retardatiót (Intra-Uterine Growth Retardation:IUGR) eredményez. A retardatio felismerését, klinikai ellátását több tényező nehezíti. A szokványos szülészeti vizsgálatok segítségével a valódi retardált magzatok jelentős része csak postnatalisan kerül felismerésre, míg a klinikai jelek az egészségesen növekvő magzatok egy kisebb részénél is felvetik a retardatio gyanúját. A diagnózist gyakran a bizonytalan terhességi kor nehezíti. Az IUGR etiológiája sokrétű, definíciója és diagnosztikája nem egységes. A retardált magzatok kiemelkedően magas perinatalis morbiditása és mortalitása tovább fokozza a megbízható vizsgálati módszer iránti igényt és a materno-fetalis Doppler ultrahang jelentőségét.

*(Az IUGR etiológiája, diagnosztikája és szülészeti ellátása vonatkozásában a Dr. Csákány György és a chronicus lepényi elégtelenség fejezetei irányadóak).*

Retardatio gyanúja akkor merül fel, ha a magzat becsült súlya a számított terhességi kor átlagához képest kisebb. A diagnózis előfeltétele a *terhességi kor pontosítása*, amely az

anamnesztikus adatok és a klinikai leletek alapján nem mindig megbízható. Segítségét jelenthet az első trimeszterben végzett ultrahang biometria eredménye, azonban ez sokszor nem áll rendelkezésre. A retardatio adequat kezelése egyelőre nem ismert és a korszerű klinikai ellátás alapja a magzat fejlődésének és állapotának folyamatos követése, majd a terhesség szükség szerinti befejezése. A Doppler a bizonytalan terminus mellett felmerülő retardatio esetén olyan funkcionális diagnosztikai módszer, amely segítségével rendszeres időközönként követhető az umbilicalis és a magzati artériás keringés. Tekintettel arra, hogy a rutinszerűen vizsgált magzati artériák hetenkénti RI és PI referenciatartománya pontosan dokumentált, a magzat állapotának észlelése bizonytalan terhességi kor esetén is megoldható. Élettani RI, PI értékek esetén inkább a terhességi kor elszámolása valószínű és havonkénti magzati biometria, biofizikai profil, vagy Doppler vizsgálat elégséges a követéshez. Az arteria umbilicalis és aorta descendens emelkedett áramlási ellenállása viszont a lepényi elégtelenség miatti magzati éhezésre, valódi retardatióra irányítja a figyelmet, amely gyakoribb, hetenkénti ellenőrzést indokol.

*A retardatio okának megállapítása* alapvető fontosságú. A retardált magzatok populációja heterogén. A kis súlyú magzatok zöme (kb. 75%) az örökletes és alkati tulajdonságok miatt kerül a növekedési spectrum alsó határára. A perinatális kockázat ebben a csoportban az átlagosnál nem nagyobb és a magzati keringést jellemző indexek is az élettani tartományban vannak. Az intrinsic növekedési potenciál kóros megváltozása 5-10%-ban szerepel oki tényezőként. A fejlődési és chromosoma rendellenesség következtében korai proportionált retardatio alakul ki, amelyre gyakran az arteriás keringés kifejezetten kóros értékei jellemzőek. A kis súlyú magzatok összesen 15-20%-a képviseli azt a csoportot, amelyik az uteroplacentáris elégtelenség miatt válik veszélyeztetett helyzetűvé és a méhen belüli elhalások negyedéért felelős (Campbell 1974-165). Az arteria uterina és umbilicalis Doppler vizsgálatával tisztázható a retardatio oka és azonosítható a terhességi korhoz képest kis súlyú magzatok legmagasabb perinatális kockázatú csoportja. Az arteria uterina hullámformájában a terhesség 20. hete után perzisztáló notch az implantatio és a lepény működészavarára utal, amelyhez később kóros umbilicalis keringés társul. Amennyiben pathológiás uteroplacentáris keringés igazolható, a magzati növekedés lassulása is minden bizonnyal az elégtelen lepényi működéssel magyarázható.

A magzati állapot és a perinatális kockázat jellemzéséhez alapvetően fontos a kórkép pontos és *egységes definíciója*. A retardatio helyett gyakran használják a kis súlyú, az SGA (Small for Gestational Age), a dystrophias, a hypotrophias, vagy az atrophias újszülött kifejezést. A terhességi korhoz képest kis súlyú magzat prenatalis diagnózisát a biometriai adatok (BPD, HC, AC, FL) 10 percentilisének kisebb értéke erősíti meg. A 10 percentilis alatti születési súlyú újszülöttek között jelentős azoknak az aránya, akik csak örökletes tulajdonságaik, vagy a bizonytalan terhességi koruk miatt kis súlyúak, ugyanakkor a perinatális kockázatuk az átlagosat nem haladja meg. Azokat a magzatokat tekintjük a terhességi korhoz képest kis súlyúnak (SGA), akiknél nem igazolható uteroplacentáris elégtelenség és a keringési paramétereik is következetesen az élettani tartományon belül maradnak. Valódi retardatióról (IUGR) abban az esetben van szó, ha a növekedésben elmaradt, kis súlyú magzatoknál a chronicus lepényi elégtelenség miatt tartós tápanyag- és oxigénhiány igazolható a méhen belüli élet során. A Doppler ultrahang tehát a kis súlyú és valódi IUGR magzatok elkülönítésében is segítséget kínál. Az arteria umbilicalis és aorta descendens szabályos rezisztenciája esetén a növekedésben elmaradt magzatok subnatis és perinatalis kockázata átlagos (alacsony), ezért nem indokolt a prenatalis észlelés gyakoriságának fokozása (Baschat 2000-168). Az oligohydramnion, a lepényi infarctus és az arteria umbilicalis kóros rezisztenciája a retardált magzatok veszélyeztetettségére hívja fel a figyelmet, amikor magzati

állapot gyakori észlelése feltétlenül indokolt az elhalás elkerülése érdekében (Alfirevic 1995-9, Goffinet 1997-150).

A Doppler ultrahang mindezek alapján kiemelkedő jelentőségű vizsgálati módszer, mert segítséget nyújt a kórkép eredetének és definíciójának tisztázásában, lehetővé teszi a diagnózis pontosítását és a *magzati állapot folyamatos követését*.

Az uteroplacentáris keringés kóros hullámformái magas perinatális kockázatot jeleznek, ennek alapján a terhességi korhoz képest kis súlyú magzatok folyamatos, hetenkénti észlelése indokolt. A sorozatban végzett ultrahang biometria a magzati testméretek dokumentálásán túl a növekedési ütem kielégítő, vagy hanyatló jellegét is mutatja. A testméretek és az ezekből becsült súly abszolút számának értékelése mellett a funkcionális diagnosztika határozza meg a korszerű szülészeti ellátás menetét. A funkcionális megítélés alapja a biofizikai profil, mert segíti a lepényi működés beszűkülésére utaló közvetett jelek felismerését és az oligohydramnion, a lepény infarctusok, valamint a magzat aktivitásának követését. A Doppler ultrahang segítségével a retardált magzatok életfontos és perifériás szerveiben egyaránt megfigyelhetők a chronicus adaptatiót tükröző haemodynamikai változások és a keringés átrendeződésének korai fázisa is dokumentálható (Mari 1995-162).

Intézetünk anyagában 50 retardált magzat prenatalis ultrahang és Doppler vizsgálati eredményeit retrospektíven elemeztük. Átlagosnál nagyobb arányban és korábban, már a 28. héttől észlelhető volt az oligohydramnion és a lepényi érettség is, amelyek a 34. héten halmozódtak. Doppler vizsgálattal az arteria umbilicalisban és az aorta descendensben az egészséges magzatok értékeihez képest szignifikánsan magasabb áramlási ellenállást regisztráltunk. Az MCA rezisztencia értékei enyhén, de nem szignifikánsan csökkentek, amely azt jelzi, hogy a retardált magzatok tartósabb ideig képesek a hypoxia elviselésére és compensatiojára. A retardált magzatok decompensatiojának kezdetét az jelzi, amikor a fokozott umbilicalis és aorta ellenálláshoz az MCA rezisztencia lecsökkenése társul. A centralizált keringésre az emelkedett aorta cerebrális hányados hívhatja fel a figyelmet.

A retardatio progressziója során a lassult növekedés mellett a lepény csökkent teljesítményének biofizikai jelei, valamint a magzati keringés jellegzetes változásai kezdetben csak enyhe mértékben és egymástól függetlenül jelentkeznek. A retardált magzat növekedése és állapota biztonságosan csak a biometria, a biofizikai profil és a keringésvizsgálat együttes és rendszeres elvégzése segítségével követhető. A placentó-cerebrális hányados a chronicus lepényi elégtelenség pontosabb jellemzésére használható. Amint a retardatio egyértelművé válik, a további ellátás célja a magzat gyakori és többirányú észlelése az érettség eléréséig, vagy mindaddig, amíg olyan fenyegető veszélyállapot nem jelentkezik, mint az artériás keringés centralizációja, az AREDV kialakulása, illetve a vena umbilicalis lüktető véráramlása, amelyek a szülés megindítását teszik szükségessé.

A retardált magzatok ellátásának kulcskérdése a *szülés időpontjának* megfelelő megválasztása. Egy évtizeddel ezelőtt a magzati distress súlyos és látványos tünetei voltak szükségesek a szülés megindításához. Az oligohydramnion, a meconiumürítés, a markáns szívhangeltérések a magzati decompensatio és asphyxia következményei, amelyek éretlen magzatoknál is gyakran tapasztalhatók. A várakozás, vagy szülésindukció felelősségteljes dilemmájában a magzat artériás és vénás keringésének vizsgálata hasznos gyakorlati segítséget nyújt. Az aorto-cerebrális hányados emelkedése a centralizált keringésre hívja fel a figyelmet. A vénák kóros hullámformái a szívtejesítmény romlásának jelei. A kis súlyú magzat, a kóros biofizikai profil és a Dopplerrel igazolt artériás redistributio, cardialis decompensatio a további várakozás

komoly kockázatára utal. A lepény respiratio elégtelenségének és a magzat decompensatiojának következtében a méhen belüli elhalás fenyeget. A terhesség során, de még a szülés előtt elszenvedett hypoxiás epizódok összefüggésben vannak a retardált magzatok magas perinatális morbiditásával, a gyermekkori neurológiai fejlődés zavaraiival és felnőttkori cardiovascularis betegségek kialakulásával (Marsal 1994-169, Barker 1993-170). Mindezek alapján körvonalazódik, hogy a hypoxia kezdeti jelei is a szülésindukció megfontolását indokolják. A Doppler index hányados a magzati hypoxia és a következményes perinatális morbiditás érzékeny és pontos markere, azonban a szülésindukcióban betöltött szerepe további randomizált klinikai tanulmányok eredménye alapján tisztázható.

A Doppler vizsgálat elengedhetetlen módszernek bizonyul a magzati retardatio etiológiájának tisztázásában, a diagnózis pontosításában, a méhen belüli állapot észlelésében és a szülés megfelelő időpontjának meghatározásában.

## A DOPPLER ULTRAHANG SZEREPE AZ IKERTERHESSÉG SZÖVŐDMÉNYEINEK FELISMERÉSÉBEN ÉS ELLÁTÁSÁBAN

---

Az ikerterhességek gyakorisága az elmúlt évtizedben az asszisztált reprodukciós beavatkozásoknak köszönhetően emelkedett. Az ikerterhesség, különösen a többes ikermagzatok korszerű antenatális gondozása a Doppler vizsgálatot nélkülözhetetlenné teszi. A magzati keringés ultrahang vizsgálata biztosíthatja az ikerterhesség gyakori szövődményeinek gyakori felismerését, funkcionális megítélését, a magzatok állapotának észlelését, a szülés időpontjának helyes meghatározását. A Doppler vizsgálattal a kóros éranastomosisok kiiktatása és a szám feletti embryo szelektív redukciója is monitorozható. Az élettani ikerterhességre jellemző uteroplacentáris és magzati haemodynamikai paramétereket a közelmúltban ismertették.

Az ikerterhességben az uterus vérátáramlása jelentősen nagyobb, mint a singuláris terhességben. Az arteria uterina vérkeringésének megváltozását az élettani ikerterhesség második felében részletesen dokumentálták. Igazolódott, hogy mindkét oldali arteria uterina RI és PI értéke a 27. hétig folyamatosan csökken, majd állandó marad terminusig, de minden terhességi korban szignifikánsan alacsonyabb, mint a singuláris terhességekben (Chen 1998-178). A notch eltűnése szintén a 20. hét után következik be. A szabályos arteria uterina hullámformák ellenére gyakran alakul ki terhességi toxaemia. Ennek alapján ikerterhességben a hypertonia és a lepényi elégtelenség korai felismerésében az arteria uterina szűrővizsgálatának jelentősége korlátozott (Rizzo 1993-179). A magas áramlási impedancia és a notch ugyanakkor az uteroplacentáris működés beszűkülésének megbízható jele.

A singuláris magzatokhoz képest az ikermagzatok növekedési üteme a 28. hét után lassul. A singuláris, a szabályosan fejlődő iker és hármásiker magzatok artériás keringési paraméterei között nem igazolható statisztikailag különbség (Akiyama 1999-180). Az arteria umbilicalis, az aorta descendens, az MCA és az arteria renalis Doppler indexei hasonlóak minden egészségesen fejlődő singuláris és ikermagzatban. A megfigyelés nagy gyakorlati jelentőségű, mert az egészséges magzatok kisebb növekedési üteme ellenére az artériás vérkeringés ugyanazon élettani paraméterekkel jellemezhető, amely a funkcionális diagnosztika egységes alkalmazhatóságát teszi

lehetővé. Az ikermagzatok vizsgálatok a singuláris magzatok Doppler indexeinek referenciatartománya tekintendő mérvadónak.

Az ikerterhesség gyakori szövődménye a discordans növekedés, továbbá a lepényi erek pathológiás anastomosisa következtében a magzatok között létrejövő transfúzió. A közelmúltban kiértékelt randomizált, kontrollált klinikai tanulmányok alapján igazolódott, hogy a rendszeres Doppler vizsgálat az ikermagzatok perinatális mortalitásának jelentős csökkenését eredményezi (Giles 1998-181). Többpetéjű ikerterhességben a lepények tapadása és funkciója, valamint a testvérmagzatok növekedési üteme jelentősen eltérhet. A kisebb discordans magzat chronicus tápanyag- és oxigénhiánya elhaláshoz vezethet, amely a perinatális mortalitás leggyakoribb oka. A magzatok testmérete közötti különbség a biometriai vizsgálat során a BPD, AC, FL értékének 15 és 25%-os eltéréséből következtethető, de a discordans növekedés definíciója nem egységes. A becsült testsúlykülönbség önmagában nem jelzi megbízhatóan egyik ikerfél perinatális veszélyeztetettségét sem. Discordans növekedés gyanúja esetén az ikermagzatok anatómiai méretét, testsúlyát és funkcionális leleteit egyenként kell elemezni és a referenciaértékekhez viszonyítani, mert a növekedési asszimmetria nem kizárólag a kisebb magzat perinatális kockázatát jelezheti. Elméletileg előfordul, hogy a kétpetéjű ikermagzatok olyan testvérek, akik egyike macrosomiás, párja pedig constitutionálisan kis súlyú, azonban a discordans növekedés szinte kizárólag a kisebb magzat retardatioját jelenti. A klinikai kép és az ultrahang biometria bizonytalanságainak tisztázásában a magzati keringésvizsgálat eredménye irányadó. A kisebb ikermagzat a singularis magzat retardatiojához hasonlóan a chronicus lepényi elégtelenség miatt marad el a növekedésben, amelyhez átmeneti, vagy kisfokú oxigénhiány is társul. A Doppler vizsgálattal a discordans ikermagzatok haemodinamikai paraméterei között különbség igazolható (Giles 1998-181, Chittacharoen 1999-182). A retardált ikermagzatok arteria umbilicalis és aorta descendens S/D, RI és PI értéke fokozott és magasabb a nem retardált ikerpár megfelelő paramétereinél, valamint a singularis magzatok élettani értékeinél is.

Intézetünk anyagában 30 discordans ikerpár Doppler leleteit elemeztük. Hasonló eredmény igazolódott, mert a retardált magzatok arteria umbilicalis és aorta descendens RI értéke szignifikánsan magasabb volt, mint a szabályosan növekvő ikerpárjaiké. A keringés redistribúciója szintén gyakrabban alakul ki a kisebb discordans ikermagzatban, amely arra utal, hogy a chronicus tápanyag- és oxigénhiány miatt az adaptációs tartalék gyorsabban kimerül. A biometriai eltérés, valamint a keringés centralizációjára utaló Doppler indexek a terhesség befejezésének szükségességét jelzik.

Az egypetéjű ikerterhességek gyakori szövődménye a lepényi erek kóros anastomosisa, amely az ikrek keringésének közvetlen összekapcsolódásához és transfúziós szindróma kialakulásához vezet (twin-twin transfusion syndrome: TTTS). A TTTS leggyakrabban méhen belüli elhalással végződik, de a perinatális morbiditása is magas. A kórkép általában az életképesség alsó határának idejében válik klinikailag felismerhetővé, majd a terápiás próbálkozásokat követően életképes, de súlyosan beteg magzatok születnek. Az egypetéjű ikerterhességek vasculáris szövődményeinek korai felismerésében színkódolt Doppler vizsgálat kulcsfontosságú lehet. Az artériás vagy vénás anastomosis elhelyezkedése és mérete az intravaginális szonda alkalmazásával a terhesség első felében pontosan dokumentálható. Felismerhető a recipiens magzat felé irányuló lüktető véráramlás (Hecher 1995-187). Monoamniális ikermagzatok köldökzsínórjának hurkolódása már a 10 hétben kimutatható (Arabin 1999-186). A TTTS mindkét magzat vérkeringését komolyan megterheli, mert a donornál hypovolaemiás jelek és oligohydramnion, a recipiensnél hypervolaemiára utaló tünetek és polyhydramnion igazolható. A folyamat

progressziója mindkét magzat elhalását okozhatja. Az ikertransfúziós tünetegyüttes rutin Doppler vizsgálata megtevesztő eredményeket adhat, mert az artériás keringési paraméterek általában mindegyik magzathoz kórosak és az indexek között nem észlelhető nagyobb különbség. Az artériás, vénás és intracardialis keringés együttes vizsgálata alapján azonban az ikermagzatok Doppler indexei között jellegzetes különbség detektálható. A 17. és 27. hét között acut polyhydramnióval járó TTTS-ben a donor és recipiens magzatok aorta descendensében és artéria umbilicalisában egyaránt emelkedik az átlagos PI, amely szignifikánsan magasabb az élettani határértéknél. A vena cava inferiorban, a ductus venosusban és a vena umbilicalisban is alacsonyabb áramlási sebesség mérhető a magzatok mindkét csoportjában. A vénás véráramlás lüktetését kifejező PI azonban már eltérő, mert a donor magzatok ductus venosus PI értéke alacsonyabb, mint a recipienské, akiknél mindhárom vena PI értéke fokozott. A mitralis és tricuspidalis atrioventricularis átáramlási sebesség átlagértéke a donor magzatoknál sokkal kisebb, mint a recipiens ikerpárjaiknál (Hecher 1995-188). A vénás és atrioventricularis keringés vizsgálata TTTS-ben lehetővé teszi a morfológiailag és funkcionálisan is asszimmetrikus magzatok állapotának pontos követését. Felismerhető a donor magzat hypovolaemiája, hypoxiája és keringésének átrendeződése. A recipiens magzat hypervolaemiája pangásos szívelégtelenséghez vezet, melyek előjelei a centrális vénák és a szív atrioventricularis véráramlásának Doppler vizsgálatával időben észlelhetők. A TTTS diagnózisa az ultrahang biometria és biofizikai profil eredményén alapul, amelyet az ikermagzatok vérkeringésében észlelhető jellegzetes különbségek felismerése erősít meg. A TTTS terápiás megoldását az egyik magzat hysterotomia útján történő eltávolítása, szelektív fetid alkalmazása, a lepényi éranastomosis lézerrel történő obliteratioja vagy sorozatos tehermentesítő amniocentesis végzése jelentheti (Urig 1998-183, De Lia 1990-184, Elliott 1991-185). A Doppler vizsgálat szerepe a beavatkozások monitorozásában és a kezelés utáni állapot követésében válik fontossá.

Az asszisztált reprodukciós technika fejlődésének köszönhetően a többes ikerterhességek gyakorisága növekszik. A magzatok számának arányában emelkedik a perinatális morbiditás és mortalitás, egyben az anyai szervezetre is fokozott veszély hárul. A számfeletti magzatok iker vagy hármasier terhességre történő redukciója technikailag megoldott és az életben maradó magzatok számára is biztonságosnak tekinthető beavatkozás (Berkowitz RL 1996-189). A redukció annak alapján történik, hogy az uterusban melyik embryo helyezkedik el a módszer, vagy az operátor számára leginkább hozzáférhető helyen. Az intravaginalis színekódolt Doppler vizsgálat lehetővé teszi az embryo részletes funkcionális vizsgálatát is a beavatkozás előtt. A biometriai különbségek, az esetleges malformatiora utaló korai jelek mellett a funkcionális eltérések is felismerhetők. Az embryonális szívfrekvencia és a fontosabb artériák Doppler indexeinek élettani értéktől való eltérése hasznosítható lehet a redukálendő embryo kiválasztásakor (Kurjak 1993-82, Alcazar 1997-83). A Color Doppler vizsgálat az első trimeszteri invazív beavatkozására kitűnően bevált módszer. Ha a többes terhesség redukciója szükségessé válik, a Doppler alkalmazásával a szelektív objektivebb és etikusabb lehet, valamint a beavatkozás folyamata is követhető (Sherer 1998-190).

## A DOPPLER ULTRAHANG JELE AZ RH SENSIBILISATIO KIVIZSGÁLÁSÁBAN ÉS KEZELÉSÉBEN

---

Az Rh sensibilisatio gyakorisága látványosan csökkent az Anti-D immunglobulin profilaxisnak köszönhetően. A magzat haemolyticus betegségei azonban továbbra is előfordulnak,

egyrészt az Anti-D védelem elmaradása vagy sikertelensége miatt, másrészt a ritka Rh alcsoportokkal szemben kifejlődő anyai immunválasz következtében. A haemolyticus magzati betegség ellátásának lényege az anaemia felismerése és a szükségessé váló beavatkozás elvégzése, amely transfusio vagy szülésindukció lehet.

A vörösvérsejtek és az Rh antitestek reakciójának következtében kialakuló haemolysis az érintett magzatok mintegy 10%-nál okoz olyan nagyfokú anaemiát, amely a 34. terhességi hét előtt transfuziót tesz szükségessé (Bowman 1999-171). A magzati anaemia felismerése noninvazív és invazív módszerekkel egyaránt lehetséges. A noninvazív módszerek közül sem az anyai ellenanyagszint meghatározása, sem a magzati szív működés regisztrálása (NST), sem pedig a magzat ultrahang vizsgálata nem teszi lehetővé a kórkép súlyosságának és a transfusio szükségességének pontos megítélését. A haemolyticus károsodás fokának megbízható meghatározása az amniocentesis útján nyert magzatvíz optikai densitás eltolódása (ODD) alapján lehetséges, de a módszer nem tekinthető teljesen objektívnek (Liley 1961-172). A magzati haemoglobin, haematocrit értékének, retikuloocita számának, szérumbilirubin koncentrációjának és a direkt Coombs teszt eredményének közvetlen és pontos mérése csak a cordocentesis útján nyert vérminta elemzésével valósítható meg (ACOG 1996-173). A cordocentesis segítségével meghatározták az élettani terhességek 18. és 40. hete között a magzati haemoglobin koncentráció referenciatartományát. Az Rh sensibilisatio vizsgálata kapcsán az igazolódott, hogy csak súlyos fokú anaemia, 50 g/l-nél alacsonyabb haemoglobin koncentráció esetén alakul ki hydrops (Mari 2000-79).

A magzati anaemia és hydrops tanulmányozása során kiderült, hogy a hyperkinetikus keringés az aorta, a vena cava inferior és a ductus venosus véráramlásában jellegzetes eltérést okoz. Doppler vizsgálattal az átlagos véráramlási sebesség szignifikáns fokozódása igazolható, amely fordított arányban van a magzati haemoglobin koncentrációval (Oepkes 1993-174, Hecher 1995-175). A magzati erek Doppler ultrahang vizsgálata rutinszerűen végezhető, ezért felmerült a haematocrit függő Doppler indexek alkalmazásának igénye. Az aorta descendens és a vena umbilicalis átlagos véráramlási sebességének fokozódása megbízhatóan utal a súlyos fokú anaemiára (Oepkes 1994-176). Az MCA systolés csúcsebességének értéke a hydrops nélküli középsúlyos és a hydropssal együtt járó nagyfokú magzati anaemiát egyaránt 100%-os szenzitivitással képes jelezni (Mari 2000-79). A magzati keringés ultrahang vizsgálata az anaemia felismerésére és a súlyossági fokának meghatározására is alkalmazható, ezért lehetővé vált az invazív diagnosztikus beavatkozások számának csökkentése és az intravascularis transfusio gyakoriságának és időpontjának noninvazív meghatározása. Az amniocentesis invazív, az ODD lelet nem teljesen megbízható, viszont az isoimmun haemolysis 1-4 hetenkénti ellenőrző vizsgálata és kezelése feltétlenül szükséges a magzat károsodásának felismerése és elhalásának elkerülése céljából. Gyakran előfordul, hogy az ODD lelet alapján ütemezett transfusio korai, amely csak a beavatkozás során kapott vérkép alapján derül ki. Fordított helyzetben jóval a tervezett transfusio előtt alakulnak ki magzati veszélyállapotra utaló ultrahang, vagy CTG jelek, amelyek azonnali beavatkozást tesznek szükségessé. Az aorta descendens, az MCA, a vena cava inferior, a ductus venosus, valamint az arteria és a vena umbilicalis keringésének vizsgálatával a tervezett intrafunicularis transfusio időpontja módosítható, amely az anaemiás magzat individuális kezelését segíti.

Az alloimmun haemolyticus anaemia kezelését szolgáló intravascularis transfusio során a Doppler vizsgálat egyszerre több célt szolgál. Segíti a cordocentesis ideális helyének kiválasztását. Biztosítja a vena umbilicalis azonosítását és a punctio vizuális ellenőrzését, így az intraarteriális

transfusio komoly szövődménye elkerülhető. Másrészt, a minor szövődmények felismerését is lehetővé teszi. A köldökzsinór átszúrása, a növekvő funicularis vérömleny, az esetleges artériás vérzés, a tú elmozdulása, a lepény ereinek sérülése és a bradycardia azonnal látható a színkódolt Doppler alkalmazásával. Kitüntetett fontosságú a transfusio folyamatos vizuális ellenőrzése. A vena umbilicalisba transfundált vér örvénylésének megszűnése technikai korrekciót igényel. A transfusio kizárólag abban az esetben folytatható, ha a köldökvénába juttatott vér áramlása és örvénylése biztonsággal ábrázolható. A magzati vérvolumen expansiója gyakran bradycardiát okoz, vagy a jobb kamra túltöltéséhez vezethet. Dopplerrel a transfusio sebessége is kontrollálható. Szükségszerű a magzat állapotának észlelése is. A transfusio szüneteiben (fecskendőcsere, haemostatus meghatározás) az artériás keringés rövid ellenőrzése indokolt, amelynek eredménye alapján a műtéti csapat és az anya is meggyőződhet a magzat kielégítő állapotáról. A Doppler indexek számszerű meghatározása a beadandó vér mennyiségének módosítását is lehetővé teszi, amely az aktuális vérkép ellenében is történhet a magzati keringés túltöltésére utaló jelek miatt. A transfusio során a magzati aorta és arteria umbilicalis átlagos áramlási sebessége és az S/D értéke is csökken, majd a beavatkozást követő néhány órán belül ismét emelkedni kezd, amely már a haematocrit és viscositas növekedésének következménye (Mari 1990-177). A beavatkozás végén a CTG regisztrálást megelőzően feltétlenül szükséges a magzat artériás és vénás keringésének ismételt Doppler vizsgálata és a szabályos haemodynamikai paraméterek dokumentálása.

A Doppler ultrahang hasznosításának további lehetőségét kínálja a vérzés, a vírusfertőzés (Parvovirus B-19) és a haemoglobinopathiák miatti magzati anaemiák noninvazív vizsgálata és individualizált invazív therapiája.

## A DOPPLER VIZSGÁLAT SZEREPE A MAGZATI ÁLLAPOT ÉSZLELÉSÉBEN

---

A harmadik trimeszter során a magzatmozgások számának csökkenése és a nonreaktív, vagy pozitív NST a magzat aktuális állapotának gyakori észlelését indokolja. E célból az NST és a Doppler felváltva alkalmazható. Élettani tartományban lévő Doppler indexek esetén az észlelés szokványos módon folytatható. A 36. hét előtt igazolt kóros biofizikai profil, kedvezőtlen keringési paraméterek esetén a magzati állapot változásának tendenciája leginkább Doppler vizsgálattal ítéhető meg biztonságosan, amely lehetővé teszi az invazív és terheléses tesztek mellőzését. A cordocentesis - a súlyos fokú, második trimeszterben kezdődő magzati retardatio genetikai hátterének igazolásán túl - nem egyértelműen elfogadott módszere az állapot diagnosztikának. A fizikai, vagy oxytocinterheléses teszt az uteroplacentáris perfúzió intermittáló beszűkítése révén az esetleges magzati distress következményeit súlyosbíthatja.

A magzati keringés vizsgálata megkönnyíti a további funkcionális tesztek időpontjának és gyakoriságának megtervezését. Az arteriás Doppler index értékek bármelyikének eltérése figyelmeztető jel. Ha csak egyetlen arteriában látható az átlagértéktől való enyhe eltérés (1 és 2 SD közötti érték), akkor a Doppler vizsgálat hetenként ismétlendő. Ha az aktuális Doppler index egy magzati artériában a terhességi kor átlagától jelentősen eltér (több, mint 2 SD), akkor a Doppler hetenként két alkalommal indokolt és felváltva NST vizsgálattal is kiegészítendő. Abban az esetben, ha egyszerre két artériában is 1 SD-t meghaladó eltérés észlelhető, szintén heti két alkalommal indokolt a magzat felügyelete. Ugyanakkor célszerű a Doppler index hányadosok, - placentó-

cerebrális és aorto-cerebrális index – meghatározása, amelyek alapján pontosabb kép nyerhető arról, hogy lepényi elégtelenség miatti magzati stressz állapotról, vagy az arteriális keringés hypoxia miatt kezdődő redistribúciójáról van szó. Amennyiben az arteria umbilicalis, az aorta descendens és az MCA keringési paraméterei is a normál tartomány határára, vagy azon kívülre esnek a magzat közvetlen veszélyállapota feltételezhető, ezért a naponként végzett Doppler eredményeinek változása alapján válik szükségessé a terhesség prolongálásának, vagy terminálásának eldöntése. Az aorta descendensben vagy az arteria umbilicalisban detektálható AEDV, egyszerre két artériában észlelt súlyos fokú (2 SD-t meghaladó), vagy három érben igazolható középsúlyos (1 és 2 SD közötti) haemodinamikai eltérés esetén a magzat állapotának folyamatos CTG észlelése indokolt, és a klinikai összkép áttekintése után megfontolandó a terhesség befejezése. Az aortában és/vagy arteria umbilicalisban megjelenő REDV áramlás a magzat elhalásának veszélyére figyelmeztet. A további várakozás csak a ductus venosus és a vena umbilicalis megnyugtató vérkeringése esetén engedhető meg, ilyenkor azonban a szív decompensatioja és az asphyxia hirtelen elhaláshoz vezethet. A szülés megindításáról, vagy a további várakozásról magas szintű konzílium dönthet.

---

## AZ ACUT MAGZATI HYPOXIA HAEMODYNAMIKAI JELEI

---

A keringés redistribúciója a chronicus lepényi elégtelenség és az acut hypoxia esetén hasonló módon, hasonló mechanizmus szerint, de különböző intenzitással és eltérő gyorsasággal alakul ki (Jensen 1999-191). Acut hypoxia során legelőször az életfontos szervek megfelelő vérellátását biztosító reflexek aktiválódnak. A brain sparing, heart sparing és adrenal gland sparing effektus Doppler vizsgálattal felismerhető. Az agy, a szív és a mellékvese arteriák diastolés áramlási sebessége fokozódik, amely a szív ciklus során nagyobb térfogatú átfolyását eredményezi. A lép perfúziójának növekedése is a kompenzációs fázis eredményességét célozza a vörösvérsejtek mobilizálása (és az oxigén transport javítása) útján. A brain sparing effektus a hypoxiára adott korai reflex, amely az agy védelmét szolgálja és az MCA Doppler vizsgálatával detektálható. Amennyiben a hypoxia tartóssá válik, vagy mélyül, az életfontos szervek kielégítő oxigénellátása továbbra is biztosított, de a perifériás keringés jelentősen beszűkül a zsigerek, a vázizmok, a bőr vérellátásának rovására. A nem életfontos szervekben kialakuló artériás vasoconstrictio az aorta descendens áramlási ellenállásának emelkedéséhez vezet. A perifériás vasoconstrictio további bizonyítéka az arteria mesenterica superior emelkedett áramlási impedanciája, amely a meconiumürítést magyarázza. Az aorta véreloszlását elsősorban chemoreceptorok szabályozzák, ezért a keringés redistribúciójának igazolása céljából a rutin klinikai gyakorlatban az aorta descendens Doppler vizsgálata elengedhetetlen. A centralizált artériás keringés definíciója nem egységes. Mivel az MCA vérellátása hypoxia hatására fokozódik, valamint az aortában mérhető magas áramlási ellenállás szintén a hypoxia, vagy az acidosis következménye, kézenfekvő a különböző magzati érterületek áramlási ellenállásának összehasonlítása, amely a centrális artériás vér eloszlását pontosan tükrözi. Az aorto-cerebrális arány emelkedése egyszerre jelzi az agyi vérkeringés fokozódását és a perifériás véráramlás csökkenését, mielőtt az aortában vagy MCA-ban az RI és PI érték kóros tartományba kerülne. A centralizált artériás keringés későbbi stádiumában a perifériás ellenállás és vérnyomás növekedése és a szívteljesítmény fokozatos gyengülése miatt az aortában és/vagy az arteria umbilicalisban a diastolés áramlás megszűnése, majd reverz áramlása látható. Ebben a fázisban a hypoxia és az acidosis mindig igazolható. Az artériás keringés átrendeződése mellett a vénás keringés is megváltozik. A vena umbilicalis ductus venosus felé

irányuló véráramlása 50-ről 90%-ra emelkedik, amely a szív és az agy preferált oxigénellátását tartja fenn. A keringés redistribúciója során a jobb kamrai afterload fokozódik, a bal kamrai csökken. A szív működés kezdetben compensált, később az együttes kamrai teljesítmény fokozatosan hanyatlik. A perifériás vasoconstrictio által okozott vérnyomásemelkedés a jobb kamrai afterload fokozódásához és a végdiastolés nyomás, majd a jobb pitvari nyomás kóros növekedéséhez vezet. Ennek következtében a centrális vénás vér jobb kamrába történő visszafolyása akadályozott. Doppler vizsgálattal egyre kifejezettebb reverz hullámok láthatók kezdetben a vena cava inferiorban, később a ductus venosusban, végül a szív decompensatiojának utolsó fázisában a vena umbilicalis keringése is lüktető jellegűvé válik. A kóros jobb pitvari nyomásviszonyok perifériás vénákra terjedése a magzat megviselt, hypoxiás, asphyxiás állapotában észlelhető, amely a distressre utal. A keringés összeomlásának két fő oka van. Egyrészt a centralizáció miatt a perifériás szervek vérellátása elégtelenné válik és generalizált metabolikus acidosis alakul ki. Másrészt a hypertoniás túlterhelés és a progresszív hypoxia miatt a szív teljesítmény letörik, amelyre közvetlenül a nagyfokú dilatatio és a papillaris izmok kimerülése miatti atrioventricularis regurgitatio felismerése után számíthatunk. A terminális fázisban a myocardium kimerül. Perifériás vasoparalysis alakul ki, a vérnyomás hirtelen lecsökken, és az agyi keringés szinte megszűnik a hypoxiás-hyperperfusios eredetű szöveti oedema miatt. A halál cardiovascularis elégtelenség miatt következik be.

A magzati állapot komplex megítéléséhez, az arteria umbilicalis, az aorta descendens, az arteria cerebri media együttes vizsgálata elengedhetetlen. AREDV esetén szükségszerű a vena umbilicalis (és lehetőség szerint a vena cava inferior, ductus venosus) áramlásának vizsgálata is.

## A MAGZAT SZÜLÉS ALATTI ÁLLAPOTÁNAK ÉSZLELÉSE DOPPLER ULTRAHANG SEGÍTSÉGÉVEL

---

A szülés alatti észlelés célja a magzati hypoxia korai felismerése. A szív működés folyamatos regisztrálása mellett a fejbőr-vér pH értékének meghatározása és a pulsoxymetria biztosít megfelelő tájékoztatást a magzat állapotáról. A méhösszehúzódnak megfelelően a magzati vér oxygenisatioja változik, de kielégítő lepényi funkciók és egészséges magzat esetén a szülés során nem alakul ki magzati hypoxia.

A közelmúltban részletesen elemezték a magzat haemodynamikai paramétereit élettani szülés során. Dokumentálták az arteria umbilicalis, az aorta descendens és az MCA RI és PI értékeinek élettani tartományát (Cynober 1992-142, Kurjak 1996-143). Megállapították, hogy az élettani terhesség referenciaértékeihez képest a szülés során nem módosul számottevően a köldökzsinór artéria és a főverőér vérkeringése. A méhkontrakciók során jelentkező fokozott mechanikus nyomás jelentősen beszűkítheti, míg az oxigén saturatio átmeneti csökkenése szignifikánsan fokozhatja az agy szöveti perfúzióját (Peeters 1979-125, O'Brien 1984-144). Kurjak és munkatársai 105 élettani szülés során az MCA RI, PI értékeit regisztrálta és kismértékű nem szignifikáns emelkedést tapasztalt. Yagel munkacsoportja 35 terhes követésével az MCA RI és S/D értékeinek mintegy 40%-os, szignifikáns csökkenését dokumentálta, amely a szülés során a magzati agy preferált vérellátásának lehet következménye. Egyelőre nem tisztázott, pontosan hogyan alakul a szülés során az egészséges magzatok MCA keringése. Igazolódott azonban, hogy a vajúadás alatt az MCA PI értéke változatlan maradt, a kontrakciók kezdetén, csúcspontján és azok szünetében is,

amely azt jelzi, hogy megfelelő lepényi teljesítmény és oxigénkínálat esetén a normál szülés során az MCA áramlási ellenállása is változatlan marad (Maesel 1990-145). Sutterlin a szülés alatt kialakuló magzati hypoxia esetén a brain sparing effektus megjelenését igazolta (Sutterlin 1999-146). A kóros magzati szív működés egyidejű észlelésére pulsoxymetriát használt. A 30%-nál alacsonyabb oxygen saturatio az MCA vérkeringésének fokozódásához vezet. A szívfrekvencia acceleratioi és a fokozott agyi perfuzio a magzat agyi működésének szülés alatti aktivitására is utalhatna, de éppen a pulsoxymetria alkalmazásával bizonyosodott be, hogy a brain sparing az artériás vér hypoxiájának következménye. Az oxygen saturatio és az agyi áramlási ellenállás egyidejű csökkenése a magzat szülés alatti hypoxiás állapotának bizonyítéka. A vajúdás során a magzati keringés, különösen az MCA Doppler vizsgálata a fenyegető intrauterin asphyxia korai felismerésének és bizonyításának noninvazív lehetőségét kínálja.

## A DOPPLER INDEX HÁNYADOS ÉS A CSÖKKENT DIASTOLÉS ÁRAMLÁSI SEBESSÉG (AREDV) GYAKORLATI VONATKOZÁSAI

---

### A DOPPLER INDEX HÁNYADOS KLINIKAI JELENTŐSÉGE

---

A Doppler vizsgálatok elsődleges célja az uteroplacentáris és a magzati keringés kóros haemodinamikai jeleinek korai felismerése. A Doppler ultrahang metodikája és az eredmények értékelése nem egységes. Nem kristályosodott ki, mely erek vizsgálata elengedhetetlen a magzati állapot pontos megítéléséhez. Ezen túlmenően intézetenként más-más ultrahang készülék üzemel és az áramlás jellemzésére használt indexek sem egységesek. Helyenként elegendőnek tartják a hullámformák szubjektív vagy semiquantitatív elemzését, és az eredményeket is gyakran pontatlanul fogalmazzák meg (pl. „jó flowmetria” vagy „rossz blood flow eredmény”).

A lepényi működés beszűkülésétől függetlenül minden magzat tartaléka és compensatio képessége eltérő. Nem látható előre, hogy toxoemia, retardatio stb. esetén a magzat táplálása és oxigénellátása milyen mértékben csökken és ezek milyen védekező reakciókat eredményeznek. A magzati keringés Doppler vizsgálata éppen ahhoz nyújt segítséget, hogy az accomodatio mechanizmus haemodinamikai következménye időben felismerhető legyen. Igazolódott, hogy az arteria umbilicalis és az aorta descendens kóros hullámformája a magzati decompensatio következménye, ezért a BFC I-III késői jelnek tekinthető, amit az ehhez társuló igen magas perinatális mortalitás is alátámaszt. Ugyanakkor az MCA csökkent rezisztenciája a hypoxoemia miatti agyi vasodilatatio tükröződése, amely viszonylag korai Doppler jel, mert élettani terhességek esetében nem jár együtt kedvezőtlenebb perinatális eredményekkel. A korábbi gyakorlat tehát nem tartható, miszerint a magzat haemodinamikai állapotának jellemzése egyetlen ér vizsgálatára (leggyakrabban az umbilicalis artériára) szorítkozik. Egyetlen ér RI vagy PI értéke csak a helyi haemodinamikai eltérésről ad tájékoztatást. Az implantatio zavaráról az arteria uterina, a lepényi elégtelenségről az arteria umbilicalis, a magzati artériás keringés eloszlásáról pedig az aorta

descendens és az MCA együttes vizsgálata szolgálhat elegendő információval. A terhelő előzmény és az elégtelen lepényi teljesítményre utaló adatok anyai és magzati szövődményre egyaránt hajlamosítanak, ezért a 20. hét után legalább egy alkalommal ajánlott az arteria uterinák Doppler vizsgálata is. A diagnózis pontosítása, vagy a magzati állapot észlelése céljából végzett keringésvizsgálat akkor lehet teljes értékű és elegendően informatív, ha az arteria umbilicalis, az aorta descendens és az MCA áramlásának mérése minden alkalommal megtörténik. A csökkent lepényi teljesítmény magzati stress kialakulásához vezet, amely a vizsgált erekben kezdetben csak az élettani tartományon belüli rezisztencia eltérést okoz. Az eredmények egyenkénti értékelése nem hívja fel a figyelmet a haemodinamikai reflex kezdeti fázisára. A lepényi elégtelenség és a magzati accommodatio korai felismerésének biztosabb módja a lepényi és a magzati erek vascularis ellenállásának összehasonlítása (Arbeilla 1986-88, Wladimiroff 1987-99). A különböző érterületek rezisztencia értékeinek hányadosa érzékenyebb, mint az eredmények önálló értékelése, mert a normál tartományon belüli, de egymással ellentétes változásokat kihangsúlyozza. Az RI és a PI arányai a szív frekvenciájától függetlenek és a kóros eredmény jelzésére egyetlen határérték elegendő, amely a klinikai diagnózist könnyíti (Arbeille 1997-100). A Doppler RI vagy PI indexeinek aránya azért hasznos, mert egyszerre tükrözi a lepényi vascularis ellenállás enyhébb fokú növekedését és a magzati cerebrális rezisztencia normál tartományon belüli csökkenését. A placentó-cerebrális arány több esetben is emelkedhet: a) enyhén magas lepényi ellenállás mellett nincs magzati hypoxia, b) szabályos lepényi ellenállás mellett hypoxia alakul ki, amely a cerebrális ellenállás csökkenését okozza, c) a lepényi és cerebrális impedancia is kóros és arányuk is eltolódik, d) a lepényi és a cerebrális rezisztencia is normál tartományban van, de arányuk kedvezőtlen irányba billent. Valamennyi esetben a keringés átrendeződése feltételezhető. A kóros cerebro-placentáris index megkönnyíti a perifériás keringés átrendeződésére utaló haemodinamikai változások felismerését, ezért megbízható és pontos előjele a magzati retardationnak és a hypoxia miatti perinatális morbiditásnak (Gramellini 1992-101, Paulin 1995-102, Jakobovits 1996-103). Igazolódott, hogy a placentó-cerebrális arány szoros összefüggésben van a magzati vér oxigéntensiojával, ezért a kóros index a magzati hypoxia korai jelének tekinthető (Hecher 1995-104). A fokozott lepényi ellenállás azonban nem feltétlenül jelenti a parenchymás funkció beszűkülését. Ismert, hogy szabályos umbilicalis véráramlás esetén is kialakulhat lepényi elégtelenség és magzati hypoxia. Célszerű tehát olyan hányadost választani, amely a lepényi vascularis ellenállástól függetlenül is felhívja a figyelmet a magzati adaptatio kezdetét jelző haemodinamikai változásokra, mert a Doppler vizsgálat elsődleges célja a magzat aktuális állapotának meghatározása. Az artériás keringés redistributiójának pathophysiologiai háttere jól ismert (Peeters 1979-105). Igazolódott, hogy a retardált magzatok asphyxiája esetén az aorta átlagos véráramlási sebessége emelkedett, ugyanakkor az arteria carotis interna PI értéke csökkent (Bilardo 1990-69). Az aorta áramlási viszonyait chemoreceptorok szabályozzák és hypoxia esetén a perifériás magzati szervek (zsigerek, vázizomzat, végtagok, bőr) vasoconstrictioja alakul ki, az életfontos szervek vérellátásának elsődleges biztosítása érdekében (Hanson 1997-106). Feltételezhető, hogy az artériás keringés centralizációjának pontosabb indikátora lehet az aorta és az agy convex felszínének nagyrészt tápláló MCA Doppler indexeinek aránya. Az emelkedett aorto-cerebrális hányados az alábbi haemodinamikai változásokra hívhatja fel a figyelmet: a) enyhén emelkedett aorta ellenállás, amely chronicus stressz állapotára utal, hypoxia nélkül, b) szabályos aorta rezisztencia mellett hypoxia alakul ki, amely az MCA áramlási ellenállásának csökkenésében nyilvánul meg, c) a chronicus stressz miatt az aorta, valamint a társuló hypoxia miatt az MCA ellenállása is kórossá válik, ezért arányuk is emelkedett, d) az aorta és az MCA rezisztenciája is az élettani tartományban van, de arányuk kóros irányba billent. Ezekben az esetekben a centrális artériás keringés átrendeződését kell feltételezni. Élettani terhességek aorto-cerebrális RI aránya (aorto-cerebrális rezisztencia index: ACRI) a harmadik trimeszter során állandó, értéke 1, amely azt

jelzi, hogy az artériás vérkeringés egységes (**7. Grafikon**). Hypoxia esetén az agyi perfúzió növekszik, az RI csökken, míg a perifériás szervek vérellátása beszűkül, amely az aorta RI emelkedését eredményezi. A két érterület keringésének ellentétes irányú változását szemlélteti az ACRI fokozott értéke. Az artériás redistributio felismerésének megkönnyítése céljából egy olyan határérték is kiszámítható, amely az élettani és kóros haemodynamikai paramétereket elkülöníti. Az ACRI hetenkénti átlagértékei+2SD alapján a határérték 1.20-nak adódik.

Klinikánk anyagában 80 terhes perinatális mutatóit elemeztük, ahol emelkedett ACRI képezte a szülemegíndítás javallatát. A magzati hypoxia szülés alatti jelei miatt gyakrabban történt császármetszés ( $p<0.001$ ), valamint az 1 és 5 perces Apgar értékek kisebbek voltak ( $p<0.01$ ), mint az élettani terhességekben.

A Doppler index hányadosok segítséget jelentenek a magzati keringés átrendeződésének korai felismerésében. A placentó-cerebrális arány főleg a chronicus lepényi elégtelenség és a magzati retardatio diagnózisát pontosítja, az aorto-cerebrális arány az acut magzati hypoxia és a keringés redistributio korai igazolásában hasznosítható. A Doppler index hányadosok alkalmazásának feltétele, hogy az aorta descendens, az arteria umbilicalis és az MCA egyaránt a magzati keringés ultrahang vizsgálatának része legyen. A Doppler index hányados alkalmazása a keringésvizsgálat érzékenységét jelentősen fokozza, amely a klinikai kép pontosabb megítélését könnyíti.

*Az arteria umbilicalis és az aorta descendens kóros diastolés áramlásának klinikai jelentősége: AEDV, REDV*

Az arteria umbilicalis és a magzati aorta Doppler sebesség-hullámformájának diastolés komponense kiemelkedő haemodynamikai és klinikai jelentőségű. Mindkét érben a korai terhességtől folyamatos pozitív diastolés áramlás detektálható. A terhességi kornak megfelelő, átlagos értékű rezisztencia értékek a köldökartériában és a főverőérben a magzati prognózis szempontjából megnyugtató jelek. Ezzel szemben, a diastolés áramlási sebesség csökkenése a vérkeringést fenntartó két fontos tényező egyensúlyának eltolódására utal. Egyrészt a perifériás vascularis rezisztencia kóros emelkedését, másrészt az áramlást biztosító vérnyomás, vagyis a szív contractilitásának csökkenését igazolja. A lepényi működés zavara, a nutritív és respirációs funkció beszűkülése a magzat kompenzációs tartalékainak kimerülése során kezd látható válni az artériás hullámformákon. A lepény haemodynamikai impedanciájának emelkedése az arteria umbilicalis diastolés sebességének csökkenéséhez vezet. A tartósan csökkent umbilicalis vérellátás a magzati kompenzáció aktiválódásához és stress kialakulásához vezet, a jellegzetes vascularis reakciókkal, a vázizomzat és a nem életfontos zsigerek vasoconstricciójával. A magzati vérnyomás emelkedik, a microcirculatio romlik, amelyek a nehezített artériás keringést fenntartó szív további megterhelését okozzák. A perifériás keringés beszűkülését metabolikus acidosis követi. A folyamat során az aortában és annak végágaiban, az arteria umbilicalisban is egyre fokozódó rezisztencia detektálható Doppler vizsgálattal. Amennyiben a lepényi elégtelenség súlyosbodik, a decompensált magzati szív a diastolés fázisban nem képes folyamatos artériás véráramlást fenntartani a fokozott perifériás vascularis ellenállással szemben és a diastolés áramlás megszűnik, vagy megfordul. Az aorta és az arteria umbilicalis kóros diastolés hullámformája, az AEDV és a REDV ritkán fordul elő, de minden közlemény közvetlen magzati veszélyállapotra utaló olyan fenyegető jelnek minősíti, amelyhez

magas perinatális morbiditás és mortalitás társul (Karsdorp 54, Illyés 55). Mivel az AREDV észlelésekor a magzati prognózis nagyon kedvezőtlen, feltétlenül indokolt a vizsgálat revíziója, mert a Doppler hullámformákat több technikai tényező torzíthatja. A vizsgálatot ilyenkor lehetőleg több (2-3) tapasztalt szakember közösen ismétlje meg. Mivel a lassú véráramlás csak kis fokú frekvencia eltolódást eredményez, feltétlenül indokolt az AREDV gyanúja esetén a legalacsonyabb frekvenciájú szűrőt alkalmazni, amely a kisebb frekvencia shiftek megjelenítését biztosítja, vagyis a beszűkült, nagyon lelassult diastolés áramlást is láthatóvá teszi. A korszerű készülékeken a high-pass filter (az érfal rezgéseit kiszűrő, de a magasabb frekvenciájú, kis amplitudójú hullámokat átengedő szűrő) egészen alacsonyra, 50 Hz értékre állítható. Ezentúl az ábrázolásra külön gondot kell fordítani. A színekódolt üzemmód segítségével pontosan azonosítható a vizsgálandó ér és annak standard vizsgálati pontja. A mintavételi kapu méretét, helyét és a sugárnyaláb beesési szögét, illetve a Doppler mérés paramétereit a vizsgáló személyek közösen állítsák be. Ha az ismételt vizsgálat is AREDV igazolódik, magasabb szintű szülészeti és neonatológiai konzultáció indokolt. Az AREDV előfordulása elsősorban patológiás terhességekre jellemző. Irodalmi adatok alapján 2-50% közötti gyakorisággal észlelhető hypertoniával szövődött terhességben és retardatio esetén (Alfirevic 1996-8).

Az irodalmi és klinikai adatok alapján nyilvánvaló, hogy az arteria umbilicalis és az aorta descendens diastolés áramlásának jellege meghatározó fontosságú a magzati prognózis vonatkozásában. Az AREDV szoros összefüggést mutat a legkedvezőtlenebb szülészeti eredményekkel. A méhen belüli elhalás 17%-os és a neonatális veszteség 28%-os gyakorisága ijesztően magas perinatális mortalitást képvisel (Karsdorp 54, Rizzo 56, Battaglia 57, Soothill 5, Weiss 59). Kóros diastolés áramlás gyakrabban észlelhető a magzat anatómiai és chromosoma rendellenessége esetén. Minden tizedik AREDV háttérben malformatio áll (Pattinson 60). A kóros diastolés keringés detektálását követően világra jött újszülöttek legnagyobb része retardált, hypoxiás és intenzív ellátásra szorul. Az újszülöttkori agyvérzés, necrotisalo enterocolitis, anaemia, thrombocytopenia és a hypoglycaemia gyakori neonatális szövődmény (Weiss 59, Karsdorp 54). A hosszútávú neurológiai következmények súlyossága további klinikai tanulmányok alapján ítélni lehet meg.

Összegzésként megállapítható, hogy az AREDV a magzati hypoxia és a cardialis decompensatio következménye, egyben a kifejezetten magas perinatális kockázat figyelmeztető jele. Felismerését követően elengedhetetlen a magzat folyamatos észlelése. Ha a magzat érett korú, a terhesség befejezése feltétlenül előnyös, hiszen az újszülött vitális funkciói biztosítják az életben maradást. A lepény súlyosan beszűkült teljesítménye miatti értelmetlen intrauterin elhalás megelőzhető. Éretlen magzat esetében a szív működés folyamatos észlelése mellett a Doppler vizsgálat 2-12 óránként megismételhető, a biofizikai profil meghatározása során egyéb hypoxiára utaló jelek kereshetők, miközben a tüdőérlelő készítmények hatása kifejlik. Egyelőre nem tisztázott, hogy AREDV esetén a szülemegindítás milyen klinikai előnnyel jár, azonban a diastolés áramlás hiánya mindenképpen komoly veszélyállapotnak tekintendő, amely 12-48 órán belül az éretlen magzat elhalásával fenyeget (Illyés 55). Az irodalmi adatok áttekintése alapján igazolódott, hogy a Doppler vizsgálatok eredményeként az elkerülhető intrauterin elhalások száma látványosan csökken, ami az aktív szülészeti gyakorlat, a szülemegindítás létjogosultságát igazolja.

---

## A KERINGÉSVIZSGÁLAT MENETE

---

A magzati keringés vizsgálata hasonló odafigyelést, türelmet és pontosságot követel, mint a szűrővizsgálatok. Objektív és szubjektív feltételeit ennek tudatában kell biztosítani. A laboratóriumban megfelelő betegirányítással és asszisztenciával nyugodt és diszkrét körülmények teremthetők. A terhesek megnyugtató céljából segítséget adhat az előzetesen áttanulmányozható betegtájékoztató, amely röviden ismerteti a vizsgálat célját, menetét és jelentőségét. Az idegen szavak helyett célszerű az érthető, magyar kifejezések használata. A keringés vizsgálatokat ajánlott azonos napszakban, lehetőleg a kora délelőtti órákra tervezni, amely lehetővé teszi, hogy a járóbeteg rendelések, a szülőszoba és a terhesosztály Doppler vizsgálatait előjegyzés szerint és fontossági sorrendben végezhessük. Másrészt azokban az esetekben, amikor az eredményt kórosnak találjuk, a Doppler vizsgálat még az ügyeleti periódus kezdete előtt megismételhető és konzultálható. Az intézetben fekvő terhesek napi programjukat a Doppler vizsgálat időpontjának ismeretében alakíthatják, ráadásul a postprandialis anyai vércukorszint változás magzati viselkedésre gyakorolt hatása is enyhíthető.

A vizsgálat során a terhesek kényelmesen, emelt párnájú ágyon, kissé oldalra fordulva helyezkednek el. Az uteroplacentáris és magzati keringés vizsgálata minden esetben alapos tájékozódással kezdődik. Elengedhetetlen a magzatok számának, elhelyezkedésének, alapvető anatómiai méreteinek, esetleges rendellenességeinek, valamint a magzatvíz mennyiségének és a lepény szerkezetének megítélése. Ikerterhességben a magzatok azonosításához a testméret különbségek, a nemek és az elválasztó burok dokumentálása jelent támpontot.

A keringés vizsgálat időtartama eltérő, néhány perc és félóra között változhat a terhesség korától, a magzatok méretétől és számától, valamint a magzatvíz mennyiségétől függően. Tapasztalt szakember számára is hosszadalmas lehet a mérés, ha oligohydramnion és kényszertartás miatt az anatómiai képletek, erek felismerése nehezített, vagy polyhydramnion esetén, amikor a nyugalomban lévő magzat is könnyedén lebeg és eltávolodik a transducer látóteréből. Az ikerterhesség, különösen a többes ikermagzatok vizsgálati ideje elhúzódhat. Ilyenkor a terhesek testhelyzetének változtatásával, közbeiktatott szünetekkel, ellenoldalra fordulással a vena cava inferior tünetegyüttes elkerülhető, amely nemcsak az anyai közérzetet ronthatja, hanem az uterinális véráramlás lelassulása miatt a magzati keringésre is kedvezőtlen hatást gyakorolhat. Ezt követően kerül sor a magzati és lepényi erek vizsgálatára, amelyeket célszerű szisztematikus sorrendben végezni.

A Doppler méréseket lehetőleg a magzat nyugalmi állapotában a törzs, a mellkas és a végtagok mozgásainak szünetében végezzük. A készülék Doppler üzemmódjának előzetes beállításával könnyíthetjük és gyorsíthatjuk a méréseket. A korszerű készülékekben a különböző vizsgáló személyek gombnyomással kiválaszthatják az előre-programozott beállításokat. A legnagyobb kisugárzott ultrahang energia (SPTA-spatial peak temporal average intensity) a színes üzemmód egyidejű alkalmazásakor sem haladja meg a gyárilag korlátozott és a biztonságosnak elfogadott 100 mW/cm<sup>2</sup> értéket (American Institute Of). Általában a legkisebb kisugárzási energia használatára kell törekedni mind a kétdimenziós, mind a színekódolt üzemmódban. Az érfalak rezgésének kiküszöbölése céljából a bemeneti szűrőket 50-100 Hz közötti alacsony tartományra állítjuk. A mintavételi kapu méretét mindig igazítsuk a vizsgálni kívánt ér átmérőjéhez. Az ultrahang sugárnyaláb és a vizsgált ér hossz tengelye közötti szög lehetőleg maradjon 60 fok alatt, de kedvezőbb eredményt és zajmentesebb képet kapunk, ha sikerül a beesési szöget ez alá csökkenteni. Amint a kétdimenziós real-time képen a színekódolás segítségével sikerült a célpontot azonosítani, a mintavételi kaput az ér lumenébe irányítjuk, majd elkezdjük a Doppler mérést. A véroszlop lüktető áramlásának megfelelő frekvencia eltolódás hallható és látható jelként is érzékelhető.

Következésképpen a mérés alapjául szolgáló sebesség-pulzus görbe optimális kiválasztásához nemcsak a látható, hanem a hallott jelek is segítséget nyújtanak. Lehetőleg több, legalább 6-8 szív ciklus zajmentes sebesség-pulzus görbét ábrázoljuk, ekkor a képernyőt "lefagyasztjuk" (a mérést leállítjuk), és a hullámforma értékelése következik. Az analízis befejeztével az S/D arány, az RI és a PI egyidejűleg látható, és a kapott eredményeket a készülék memóriája a páciens vizsgálati adatai között tárolja, illetve megfelelő technikai feltételek esetén a helyi számítógép rendszer adatbázisába is átjuttatja. A magzati keringés pontos megítélésnek és a Doppler leletek egységes értelmezésének lehetősége éppen az elektronikus hullámforma analízisnek és a számítógépes adatfeldolgozásnak köszönhető.

A leletben valamennyi eredményt fel kell tüntetni, a vizsgált erek RI, PI értékei egyenként véleményezhetők is. Hasznos az eredmények referenciatartományhoz való viszonyítása. A részletek után összefoglaló vélemény és javaslat is fogalmazható. A lelet és vélemény legyen rövid és egységes nyelvezetű. A számítógépen és írott formában is tárolt lelet egy példánya a páciens dokumentációjához kerül (terhesgondozási könyv, kórlap). Hasznos a Dopplerezett erekről és az indexekről minden alkalommal legalább egy-egy jó minőségű fényképet is készíteni, amely a vizsgálatot pontosan dokumentálja, másrészt a minőségbiztosítást szolgálja. Célszerű a szakmai szempontból különleges esetek video archiválása. Az írott lelet mellett a páciens szóbeli tájékoztatása elengedhetetlen. A negatív eredmény minden terhes számára megnyugvást jelent. Ha a Doppler vizsgálat eredménye magzati veszélyállapotra utal, célszerű tapasztalt szakemberrel konzultálni és az egyeztetett véleménnyel részletes felvilágosítást adni a terhes és szükség szerint a férj számára is. A kóros lelet további szülészeti, neonatológiai konzíliumot tehet szükségessé, amelynek kezdeményezése a Doppler vizsgálatot végző személy(ek) kötelessége.

## A MAGZATI ARTÉRIÁS ÉS VÉNÁS VÉRKERINGÉS DOPPLER ULTRAHANG VIZSGÁLATÁNAK GYAKORLATI SZEMPONTJAI

---

### ARTERIA UMBILICALIS

---

A technikai fejlődés kezdeti fázisában, amikor csak folyamatos hangkibocsátású készülékek álltak rendelkezésre, az arteria umbilicalis keringésének vizsgálata vált elterjedté. Duplex készülék alkalmazásakor a mérést az ábrázolás előzi meg. A köldökzsinór általában a magzat hasi oldalánál, a végtagok között látható, amint a magzatvízben lebeg. Nehézséget jelenthet a köldökzsinór megkeresése oligohydramnion esetében, de ikermagzatoknál az azonosítás is időigényes. Amint a színkódolt képet sikerült beállítanunk, érdemes tájékozódni az artériák száma felől. A Doppler kaput lehetőleg ne a bőrköldök és ne a lepény közelébe irányítsuk, mert ezeken a pontokon az áramlási paraméterek eltérhetnek a köldökzsinór "szabad szakaszán" mérhető eredményektől. Lehetőleg tehát a magzatvízben lebegő, szabad köldökzsinórkacsokat kell kiválasztani a mintavétel helyéül. Célszerű a köldökzsinór használatára rövid időt szánni, még "sürgős" esetben is, hiszen a

sodródás és a valódi csomó reális (1-2%) és komoly kockázati tényező. Mindig tartsuk szem előtt, hogy a Doppler vizsgálat indokául szolgáló kóros non-stress test (NST) háttérében éppen köldökzsínór komplikáció állhat, amely felismerésének legjobb lehetősége maga a színkódolt Doppler ultrahang vizsgálat. Amint meggyőződünk arról, hogy két arteria uterinát látunk és nincs köldökzsínór komplikáció (sodródás, csomó, nyakra hurkolódás, előlfekvő kacs), a vizsgálat elkezdhető.

---

## AORTA DESCENDENS

---

Az aorta descendens ábrázolását két úton is végezhetjük. A magzat median sagittalis hosszmetzeti képét fölkeresve a transducert a gerinc hossz tengelyétől kissé balra és oldalra toljuk és billentjük. Ily módon az aorta az arcustól egészen az iliaca oszlásáig "sétabot" képében láthatóvá válik. A másik megközelítés a háskörfogat mérési szintjétől indul: az aorta keresztmetzeti képét azonosítjuk a gerinc mellett és ekkor a transducert derékszögben elfordítjuk, mire a leszálló aorta hosszanti képe láthatóvá válik. A kapott képen azonosítható az arcus, a mellkasi szakasz, a rekeszizom magassága, az arteria mesenterica és renalisok eredése, végül az aorta oszlása is. A legtöbb intézetben a leszálló aorta keringését eltérő pontokon vizsgálják. Fontos azonban, hogy ugyanabban a laboratóriumban minden vizsgáló egységes mintavételi pontot használjon. A vizsgálat technikai szempontból talán a leginkább időigényes, hiszen az aorta és a sugárnyaláb közötti 55-60 foknál feltétlenül kisebb besugárzási szöveget sokszor a magzat fekvése, tartása és kis vagy éppen nagy testmérete miatt nehéz megteremteni.

---

## ARTERIA CEREBRI MEDIA (MCA)

---

Az MCA vizsgálata a koponya azon síkjának ábrázolásával kezdődik, ahol a BPD értékét mérjük. Legelőnyösebb a koponya haránt helyzete, amikor a falx cerebri a medence haránt átmérőjével párhuzamos (vízszintes), mert ekkor a hangsugár és az MCA közötti szög kedvező. A BPD síkjától a transducert lassan a basis cranii irányába mozdítjuk változatlan szögben addig a mélységig, ahol a két pedunculus cerebri szívformájú képletként mutatkozik. Színkódolt képen a circulus arteriosus Willisii lüktetése láthatóvá válik. Az MCA anterolaterális lefutású ér az insula szintjében, amely a fissura Sylvii medrében halad az os sphenoidale nagy szárnya közelében. Törekedni kell arra, hogy a koponya harántmetzetei képe mindvégig szimmetrikus legyen. Az ábrázolást nehezíti, ha a koponya a medence bemenetébe illeszkedett vagy éppen ellenkezőleg, medence végű fekvés miatt a fundusban könnyedén lebeg és a vizsgálat során csak nehezen tartható stabil, mozdulatlan helyzetben. Mindenképpen kerülendő a koponya túlzott erővel történő terelése vagy nyomása egyrészt a sérülés, a terhes fájdalomnak elkerülése céljából, másrészt azért, mert bradycardiát és a cerebrális áramlás kedvezőtlen reakcióját okozhatjuk. A transducert soha nem szabad erősen a koponyára szorítani. Az arteria cerebri media rövid gyakorlat után könnyen vizsgálható.

---

## ARTERIA RENALIS

---

A két arteria renalis közvetlenül az aorta descendensből ered az arteria mesenterica superior alatt a 12. borda szintjében. A bal oldali kissé hosszabb és magasabban halad. Az arteria renalis felkeresésének megkönnyítésére a DeVore által javasolt módszer alkalmazható, amely szerint az aorta bifurcatiotól pontosan a femur hosszának megfelelő magasságban ágazik el a két arteria renalis (DeVore 1995-112). A vese hilus közelében az arteriák első és hátsó ágakra oszlanak. Színkódolt vizsgálattal az arteria renalis a vese hosszmetzeti képének ábrázolása útján könnyen azonosítható, amint a leszálló aorta és a vese hilusa között halad. Elfogadott módszer a has és a vesék harántmetzeti képének ábrázolása, amely az arteria renálisokat is láthatóvá teszi. Lehetőleg az aortához közelebbi szakaszon történjen a Doppler mintavétel, mert a distalisabb, renalis szakaszon a bifurcatiohoz közel az áramlás laminaris. A beesési szög mindkét ábrázolási síkban általában jóval 50 fok alatt marad, és a mérés pontosan elvégezhető. Az arteria renalis hullámformái jellegzetesek, mert a systolés csúcsebesség magas, a diastolés végsebesség alacsony. Mivel a diastolés áramlási sebesség lassú, a többi magzati ér vizsgálatához hasonlóan az arteria renalis vérkeringését is lehetőleg alacsony high-pass filter beállítással, a magzat nyugalmi állapotában kell vizsgálni.

---

## ARTERIA UTERINA

---

Az arteria uterina vizsgálata korszerű készülékkel gyorsan elvégezhető. Az arteria uterina az arteria iliaca internából ered, derékszögben medialis irányba fordul és a belső méhszáj magasságánál éri el a méhtestet. A második trimestertől transabdominalis úton ábrázolható. A has iliacalis régiójában a transducert a méh külső falának kontúrjával párhuzamosan tartva színkódolás segítségével felkeressük az arteria iliaca internát és a belőle merőlegesen a cervix irányába tartó arteria uterinát. Az uteroplacentáris keringés pontos megítélése céljából mindkét oldali ér vizsgálata szükséges. Az arteria uterina Doppler mérése csakis akkor teljes, ha mindkét oldali keringést értékeljük, a hullámformákat jellemző indexeket regisztráljuk, emellett a korai diastolés áramlás jellegét (notch) és a kétoldali paramétereket szimmetriáját is elemezzük.

---

## VENA UMBILICALIS

---

A vena umbilicalis a köldökzsinórban futó páratlan ér, amelynek vizsgálata könnyen elvégezhető. Az arteria umbilicalis mérése során a viszonylag szélesre beállított mintavételi kapu a ven a umbilicalis áramlásának egyidejű ábrázolását is biztosítja. A vena umbilicalis véráramlási sebessége élettani esetben folyamatos, de gyakran látható a légzőmozgások miatti hullámzó jellegű gyorsulás és lassulás is. Az arteria umbilicalishoz hasonlóan a standard mérési hely a köldökzsinór lepény és bőrköldök közötti szabad része.

---

## DUCTUS VENOSUS

---

A ductus venosus a magzati felhas és mellkas jobb oldali paramedian-sagittalis képének ábrázolása után azonosítható. Felkereséséhez több támpont szükséges. Amint a vena umbilicalis a bőrköldökön át a hasüregbe lép a lumene a ligamentum falciforme hepatis alsó részénél kitágul, majd dorsalis irányba, cranialisan és jobbra elfordul és a máj alsó szélénél a vena portaeval egyesül. A ductus venosus a tágult vena umbilicalis folytatásaként ábrázolható a máj bal lebenyének medialis parenchymáján belül, a vena cava inferior jobb pitvari beszájadzása közelében (**13.Kép**). Mivel a ductus venosus több ér közeli szomszédságában helyezkedik el, azonosítása feltétlenül szükségessé teszi a jó minőségű kétdimenziós ábrázolást, a pontos vizsgálati sík megválasztását és a színekódok segítségét. A kétdimenziós képen az azonosítás előfeltétele, hogy a tágult vena umbilicalis és a vena cava inferior között teljes hosszúságban ábrázolható legyen, különben a bal vena hepatica metszeteivel téveszthető össze. Miután a ductus venosus egyértelműen látható, az áramlásvizsgálat feltétlenül PW Dopplerrel végzendő, ami lehetővé teszi a mintavételi kapu méretének és helyének precíz beállítását, így elkerülhető, hogy a szomszédos erek áramlási jelei zavarják a mérést. A vizsgálatot az isthmicus területen ajánlott végezni. A magzat nyugalmi állapotában az ultrahangnyaláb kedvezőbb besugárzási szöge beállítható és lehetőleg 6-8 szívciklus ábrázolása kívánatos.

---

## VENA CAVA INFERIOR

---

A vena cava inferior ábrázolása az aorta descendenséhez hasonló módon történik. A jobb pitvar vénás beszájadásánál a vena cava inferior, a ductus venosus és a vena hepatica tölcészerűen öbölként találkozik. A vena cava inferior áramlása a jobb pitvari szájadékhoz közeli szakaszon mérendő. A besugárzási szög, a mintavételi kapu mérete és a zajsűrűk beállítása az aorta descendens vizsgálatához hasonló (**14.Kép**). Mivel a sebesség hullám élettani esetben is kétirányú, a hullámforma elemzése során a kamrai systole kezdetén mérhető legmagasabb és a pitvari systole elején látható legalacsonyabb (negatív) áramlási sebességek aránya adhat számszerű információt a keringés jellegéről.

## ÖSSZEFOGLALÁS

---

Az elmúlt évtized klinikai tapasztalatai és tudományos közleményei alapján igazolódott, hogy a Doppler ultrahang az uteroplacentaris, az umbilicalis és a magzati keringés sokoldalúan hasznosítható vizsgáló módszere. A korszerű funkcionális diagnosztika elengedhetetlen eszköze lett, mert az első trimesztertől kezdve alkalmasnak bizonyult a kóros terhesség és a magzati veszélyállapot korai felismerésére és folyamatos monitorozására. Alkalmazása tette érthetőbbé számos gestatio szövődmény és a magzati adaptatio pathophysiologiáját.

A Doppler hosszú fejlődés során válhatott hatékony diagnosztikus eszközzé. A folyamat kezdetét az a felismerés jelentette, hogy a módszer alkalmas egy klinikailag fontos változó, az áramlási impedanciát jellemző index vizsgálatára. Ezt követően igazolódott, hogy az uteroplacentaris és magzati erek a Doppler mérés számára könnyen hozzáférhetők, a vizsgálat noninvasív, reprodukálható és veszélytelen. A következő fázisban az élettani terhességre jellemző indexek normál tartományát határozták meg, majd a szabályostól eltérő Doppler értékek és a különböző kórképek közötti összefüggéseket ismertették. A magzati keringés ultrahang vizsgálatának diagnosztikus értéke a kóros paraméterek és a kedvezőtlen perinatális eredmények közötti kapcsolat megfigyelése alapján határozható meg. Az ideális diagnosztikus módszer a betegség, vagy a kóros állapot hatékony felismerésén túl a szülészeti beavatkozások menetét oly módon képes irányítani, hogy a klinikai eredmények kedvezőbbé válnak, miközben az ellátás gazdaságos marad.

A Doppler klinikai hatékonysága annak alapján ítélni lehet, hogy alkalmazásának köszönhetően milyen mértékben javulnak a perinatális mutatók. A kérdést randomizált, kontrollált tanulmányok elemzik, amelyek zöme a Doppler ultrahang klinikai előnyeit tanúsítja. Az eredményeket rendszerező metaanalízisek a szülés előtti ellenőrző vizsgálatok gyakoriságának, a hospitalizáció időtartamának, a sürgősségi császármetszések számának és az elkerülhető magzati elhalások arányának jelentős csökkenését igazolják.

A magzati keringés ultrahang vizsgálata nélkülözhetlenné vált a szülészeti gyakorlatban, de a diagnosztikus módszerek közötti optimális helyének meghatározásához további tanulmányok szükségesek. A klinikai hatékonyságát alátámasztó bizonyítékok megszületéséig "a Doppler" továbbra is a veszélyeztetett terhesek korszerű ellátásának sikerét és szakmai élményét szolgálja.

## MELLÉKLET

---

**A Melléklet** (*Irodalomjegyzék, Táblázatok, Grafikonok, Képek*) nem képezi részét az interneten hozzáférhető dokumentumnak.