

A biológiai óra újraértelmezése: a szociális petesejtfagyasztás lehetőségei és korlátai Magyarországon

Lónhardt-Gál Zsófia dr.  ■ Buzder Tímea dr. ■ Sipos Miklós dr.

Semmelweis Egyetem, Általános Orvostudományi Kar, Szülészeti és Nőgyógyászati Klinika,
Asszisztált Reprodukciós Centrum, Budapest

A családalapítás idejének kitolódása Magyarországon is megfigyelhető jelenség, amely egyre jelentősebb demográfiai és egészségügyi kihívásokat hordoz magában. Az életkor előrehaladtával a reprodukív képesség, különösen a nők esetében, irreverzibilis biológiai változásokon megy keresztül, ezért egyre nagyobb hangsúlyt kapnak azok a termékenységmegőrző eljárások, amelyek elősegítik a reprodukív potenciál megőrzését. Magyarországon 2025-ben módosult a 30/1998. (VI. 24.) NM rendelet, amely lehetővé tette a korábban nem engedélyezett, szociális indikáció alapján történő petesejtfagyasztást, elsősorban olyan személyeknél, akiknél a jövőben a petesejtek megtermékenyítési képességének jelentős csökkenése valószínűsíthető. Az asszisztált reprodukciós technikák között a petesejtfagyasztás új keletű folyamatnak tekinthető, amely több évtizedes kutatás-fejlesztés eredményének köszönhetően napjainkban rutinszerű eljárássá vált. Nemzetközi adatok alapján azonban a fagyasztott petesejtek felhasználási aránya mindösszesen 11–16% közé tehető, ami a későbbiekben tárolási és infrastrukturális kihívásokat okozhat. A jelenleg rendelkezésre álló tudományos adatok alapján a petesejtfagyasztás biztonságos és hatékony eljárás, a friss és fagyasztott petesejtek felhasználásával született gyermekek egészségi mutatói között nem fedezhető fel szignifikáns eltérés. Mindazonáltal a módszer teljes körű értékeléséhez további hazai adatgyűjtésre és hosszú távra kiterjedő utánkövetéses vizsgálatokra van szükség, amelyek lehetővé teszik az országos kimeneteli adatok átfogó elemzését, valamint a petesejtfagyasztás klinikai, demográfiai és egészségügyi rendszerre gyakorolt hatásainak részletes értékelését Magyarországon. Orv. Hetil. 2026; 167(29): 1152–1158.

Kulcsszavak: termékenységmegőrzés, Magyarország, krioprezerváció, demográfia, petesejtek

Rethinking the biological clock: opportunities and limitations of elective oocyte cryopreservation in Hungary

Delayed childbearing has become an increasingly prevalent phenomenon in Hungary, giving rise to significant demographic and public health challenges. Advancing maternal age is associated with irreversible biological changes in female reproductive capacity, thereby highlighting the growing importance of fertility preservation strategies aimed at maintaining reproductive potential. In Hungary, the amendment of Decree No. 30/1998 (VI. 24.) of the Ministry of Welfare in 2025 enabled oocyte cryopreservation for non-medical (social) indications, which had previously not been permitted. This opportunity is primarily intended for women at risk of significant decline in reproductive capacity in the future. Among assisted reproductive technologies, oocyte cryopreservation represents a relatively recent innovation that has evolved into a routine clinical procedure following several decades of research, development, and methodological refinement. However, international data indicate a relatively low utilization rate of cryopreserved oocytes (approximately 11–16%), raising potential concerns regarding long-term storage capacity and infrastructure requirements. Based on current scientific evidence, oocyte cryopreservation is considered a safe and effective procedure, with no significant differences observed in health outcomes between children born using fresh *versus* cryopreserved oocytes. Nevertheless, the collection of national outcome data and the implementation of long-term follow-up studies are essential to enable a comprehensive evaluation of the clinical, demographic, and healthcare system implications of this fertility preservation strategy in Hungary.

Keywords: fertility preservation, Hungary, cryopreservation, demography, oocytes

Lónhardt-Gál Zs, Buzder T, Sipos M. [Rethinking the biological clock: opportunities and limitations of elective oocyte cryopreservation in Hungary]. Orv Hetil. 2026; 167(29): 1152–1158.

(Beérkezett: 2026. április 11.; elfogadva: 2026. május 8.)

Rövidítések

ASRM = (American Society for Reproductive Medicine) Amerikai Reprodukciós Orvostani Társaság; CE = (Conformité Européenne) európai megfelelőség; DMSO = (dimethyl sulfoxide) dimetil-szulfoxid; ESHRE = (European Society of Human Reproduction and Embryology) Európai Humán Reprodukciós és Embriológiai Társaság; ICSI = (intracytoplasmic sperm injection) intracitoplazmatikus spermiuminjekció; IVF = (*in vitro* fertilization) *in vitro* fertilizáció; NM = Nép-jóléti Minisztérium

A gyermekvállalás napjainkban egyre későbbre tolódik, aminek számos következményét tapasztalhatjuk, többek között a fejlett országok populációjának csökkenő tendenciáját. A Központi Statisztikai Hivatal adatai alapján Magyarország népessége évtizedek óta fogyatkozik, az öregedési index pedig eléri a 145,5%-ot, ami alapján az időskorú népesség mértéke meghaladja a gyermekkorú népességét [1].

Az elöregedő országokban, ahová jelenleg Magyarország is tartozik, a gyermekvállalás kérdése kulcsfontosságú, ugyanakkor a biológiai óra és a társadalmi elvárások pszichés terhet jelenthetnek a nők számára, amelyet a sokszor megoldást kínáló IVF-kezelések is tovább növelhetnek [2]. A későbbi életkorban történő családalapítás jelenségét legfőképpen személyes, szakmai, tanulmányi és anyagi okokra lehet visszavezetni [3]. Az életkor előrehaladtával megfigyelhető termékenységszökkenés mindkét nemet érintő jelenség, a nők esetén azonban hangsúlyosabban megfigyelhető reprodukív változások mennek végbe. A női reprodukív rendszer ebben az időszakban olyan irreverzibilis változásokon megy keresztül, amelyek a petesejtek számát és minőségét egyaránt negatívan érintik [4]. A családalapítás idejének kitolódása jelentős egészségügyi kockázatokat hordoz, beleértve a meddőség, a terhességi komplikációk és a nem kívánt gyermektelenség előfordulását. A tendenciát jól szemlélteti, hogy 2010 és 2023 között Magyarországon a közfinanszírozás keretei között elszámolt IVF-kezelések éves átlagos száma közel háromszorosára nőtt [5].

A relatív termékenység megközelítőleg a felére csökken a 40-es évekre, szemben a termékenység csúcsát jelképező késő 20-as és korai 30-as évekkel [6]. Egy 35 éves nő esetében, aki két éve ismeretlen eredetű primer meddőséggel küzd, a spontán fogamzásból származó terhesség kialakulásának valószínűsége 6 hónap után 15%, míg 12 hónap után 24%. Ugyanezen körülmények között egy 42 éves nőnél ezek az értékek jelentősen alacsonyabbak: 8% és 13%. Az adatok egyértelműen rávilágítanak, hogy az életkor előrehaladtával a spontán fogamzás esélye drasztikusan csökken, még azonos meddőségi anamnézis mellett is [7]. Mindezek következtében egyre nagyobb szerepet kapnak a termékenység megőrzésére irányuló technológiák, többek között a petesejtfagyasztás is, amelyek célja a reprodukív poten-

ciál hosszabb távú fenntartása – ez nemcsak egyénre vonatkoztatva, de társadalmi szempontból is fontos jelentőséggel bír [8].

Jogszabályváltozás

Magyarországon a petesejtfagyasztás eddig elsősorban orvosi vagy etikai indokok alapján volt elérhető. Ilyen esetek közé tartozik a daganatos betegek gonadotoxikus kezelése előtti termékenységmegőrzés, illetve olyan genetikai mutációk (például BRCA1/2) hordozása, amelyek miatt fiatal korban emelkedett a petefészek- vagy emlőrák kockázata. Emellett súlyos endometriosis esetén szintén indokolt, amikor felmerül a petefészek eltávolításának lehetősége, vagy olyan munkakörökben, amelyeknél a foglalkozási ártalmak káros hatással lehetnek a termékenységre. A technika alkalmazható továbbá IVF-ICSI (*in vitro* fertilization – intracytoplasmic sperm injection) kezelése során etikai megfontolásból, ha a pár csak a leszívott petesejtek egy részének megtermékenyítését kéri, illetve ha a rendelkezésre álló spermiumok mennyisége erősen korlátozott vagy teljesen hiányzik. Az indikációk jelentős része a reprodukív képesség megőrzését szolgálja olyan esetekben, amikor annak elvesztése reális kockázatot jelentene [9].

Magyarországon 2025 júliusában módosították a 30/1998. (VI. 24.) NM (Nép-jóléti Minisztérium) rendeletet, amely az emberi reprodukciót célzó eljárásokra, az ivarsejtek és embriók felhasználására és fagyasztva tárolására vonatkozó jogszabályokat foglalja magában. A jelenlegi módosítás által lehetővé vált a petesejtfagyasztás szociális indikáció esetén is, elsősorban olyan személyeknél, akiknél a jövőben a petesejtek megtermékenyítési képességének jelentős csökkenése várható [9].

A jogszabály-módosításhoz kapcsolódóan a Belügyminisztérium egészségügyi szakmai irányelve 2026. március elején jelent meg, az *Egészségügyi Közlöny* 2026. évi LXXVI. évfolyamának 6. számában. Az irányelv javaslata, hogy a szociális petesejtfagyasztás 18 és 45 éves életkor között legyen elvégezhető. A tárolásra vonatkozó ajánlások alapján a szociális indokból saját petesejtet letétbe helyező páciens azokat legfeljebb 50 éves koráig használhatja fel saját célra. A reprodukciós centrum által előre meghatározott, részére megfizetett tárolási idő lejártakor a tárolóintézet e-mailben értesíti a páciens, és nyilatkozattételre szólítja fel. Amennyiben a páciens ekkor még nem töltötte be az 50. életévét, lehetősége van a tárolás további meghosszabbítására a tárolási díj megfizetése mellett, ha azonban nem kívánja a továbbiakban felhasználni a letétbe helyezett petesejteket, kérheti azok megsemmisítését, felajánlhatja más párok részére, illetve tudományos kutatás vagy szakképzés céljára [10]. A szolgáltatás nem tartozik a társadalombiztosítás által finanszírozott kategóriába, így térítéskötelesnek nyilvánul [9].

Mérföldkövek a petesejtfagyasztás történetében

Az első dokumentált sikeres terhesség humán fagyasztott petesejthez kapcsolódóan 1986-ra tehető. Az esetet *Christopher Chen* publikálta, aki a lassú fagyasztás elvét követte, és krioprotektánsként dimetil-szulfoxidot (dimethyl sulfoxide – DMSO) alkalmazott [11].

Egy évvel később, 1987-ben vezettek be egy modern, ún. vitrifikációs technikát, amely a sejtek víztartalmát olyan gyorsan hűti le, hogy ezzel jégkristálymentes állapotot, üvegszerű struktúrát hoz létre. Ez az eljárás néhány másodperc alatt -196 °C -ra hűtötte le az embriókat, csökkentette a sejt károsodását, és jobb túlélést biztosított, így fokozatosan kiszorította a lassú fagyasztás alkalmazását [12, 13].

A petesejt-vitrifikációval kapcsolatos első dokumentált klinikai siker egy 1999-ben megjelent esettanulmányhoz kapcsolódik, amelyben egy egészséges lánygyermek születéséről adtak hírt. A cikk bizonyítékul szolgált arra, hogy a fagyasztott petesejtek felengedését és termékenyítését követően életképes embrió és élveszülés lehetséges. Ez egy kis petesejtszámot vizsgáló tanulmány volt, amelynél a petesejtek túlélése nem haladta meg a 65%-ot [14].

Ezt követően, a 2000-es évek korai időszakában egyre több petesejtfagyasztásról, majd termékenyítést követő terhességről és születésről számoltak be [15–17]. Publikációk alapján legalább 392 élveszülés jött létre 1999 és 2008 között vitrifikált petesejtek felhasználásával [16].

2006-ban publikálták az első olyan tanulmányt, amely szélesebb klinikai kontextusban vizsgálta a vitrifikált petesejtek felhasználásának, túlélésének és termékenyülésének hatékonyságát, illetve a teherbe esés esélyét. A közlemény a vitrifikációs technika alkalmazhatóságát és biztonságosságát támasztotta alá, és hozzájárult a technika széles körű elterjedéséhez [18].

Az American Society for Reproductive Medicine (ASRM) 2012-ben eltávolította a „kísérleti” minősítést a petesejtfagyasztáshoz kapcsolódóan, miután számos tanulmány bizonyította a friss ciklus során nyert petesejtet felhasználó IVF-fel összevethető terhességi arányt és biztonságosságot [19]. Ennek következtében az ezt követő időszakban drámaian elterjedt a technika használata, lehetőséget teremtve ezzel a termékenység megőrzésére, valamint a donorpetesejtbankok létrejöttére [17, 20]. Tanulmányok bizonyították, hogy a petesejtfagyasztás nem növeli a veleszületett rendellenességek kockázatát, és nem jelent további rövid távú egészségügyi kockázatot az utód számára [16, 19, 21, 22].

Miután a „kísérleti” megjelölést eltávolították, számos meddőségi központban nőtt a szociális petesejtfagyasztási ciklusok száma. 2014-ben az ASRM online tájékoztatást adott arról, hogy a termékenységet nem veszélyeztető betegségek nélkül élő nők is igénybe vehetik ezt a lehetőséget [23]. 2017-ben az ASRM Etikai Bizottsága kijelentette, hogy a petesejtfagyasztás etikailag megengedhető azok számára is, akik a reprodukció öregedése

vagy más okok miatt egy potenciális jövőbeli meddőség ellen szeretnének védekezni. Indoklásuk alapján ez hozzájárul a reprodukció autonómiához, megelőzi a később kezelhetetlen meddőséget, és csökkenti a nők hátrányait a férfiakhoz képest. Ugyanakkor hangsúlyozták, hogy a pácienseket tájékoztatni kell az eljárás bizonytalan hatékonyságáról, a kezelés lehetséges szövődményeiről és a petesejtfagyasztás jelenleg ismeretlen hosszú távú következményeiről [24, 25].

A petesejtfagyasztás metodikája

A szociális petesejtfagyasztás választható termékenységmegőrzési eljárás, amely magában foglalja a petefészkek stimulációját, a petesejtleszívás, -fagyasztás és -tárolás folyamatát.

Az eljárás első lépése a petefészkek stimulációja, amely hormontartalmú készítmények személyre szabott adagolásával segíthető elő, ezzel több tüsző növekedését indukálva. Kutatások alapján a stimuláció nem befolyásolja a jövőbeli termékenységi siker valószínűségét. Amint a tüszők megfelelő nagyságúra növekedtek ($>14\text{ mm}$), leszívásra kerülnek egy aspirációs tű segítségével hüvelyi ultrahang-ellenőrzés mellett. A petesejtfagyasztást megelőző stimuláció és a leszívás folyamata olyan mellékhatásokkal járhat, mint az ovarialis hiperstimulációs szindróma [26], a környező szövetek sérülése, vérzés, fertőzés, illetve a petefészkek torziója is előfordulhat [8, 27].

Figyelembe véve, hogy a petesejtleszívást követő néhány óra (jellemzően 2–6 óra) elteltével meg kell történnie a petesejtek termékenyítésének, több időbeli tényezőt is érdemes fontolóra venni [28]. A fagyasztott petesejtek felengedése és termékenyítése között legalább 1 órának el kell telnie, így a legtöbb protokoll a petesejtleszívást követő 2 óra elteltével javasolja a petesejteket körülvevő cumulussejtek letisztítását, a denudációt, majd az érett/II. metafázisú petesejtek fagyasztását [29].

A petesejtek és embriók fagyasztása rendkívül alacsony hőmérsékletet igényel (-196 °C), így biztosítható azok metabolikus és genetikai stabilitása. Krioprezerváció során a víz sejtekből való kiáramlása és a krioprotektánsok diffúziója a sejtmembránon át a sejt belseje felé egy időben történik, az intracelluláris jégkristályok kialakulásának megelőzése céljából, amelyek károsítanák a sejt belső szerkezetét. A jégkristályképződés a magasabb víztartalmú és alacsony felület/térfogat arányú sejteket veszélyeztető jelentősebb mértékben, amelyek közé a petesejt is sorolható. Ebben az esetben egyetlen sejt fagyasztásáról van szó, amelynél egy potenciális sejtlízis folyamata a petesejt degradációját okozhatja [8].

A 2010-es évek vége óta a vitrifikáció (gyors hűtés, magas ozmotikus/krioprotektív koncentráció) számít „gold standard” eljárásnak a humán petesejtfagyasztásban. Vitrifikáció során a hűtési sebesség meghaladhatja a $-10\,000\text{ °C/min}$ sebességet folyékony nitrogén felhasználásával.

nálásával, amelynek során a sejt üvegszerű struktúrát vesz fel [30]. Ez a technika lehetővé teszi a nagy túlélési arányt és a stabil klinikai eredményeket azáltal, hogy minimalizálja a jégkristályok képződésének lehetőségét, szemben a már elavult módszernek számító lassú fagyasztás módszerével. Lassú fagyasztás esetén a petesejtek fokozatosan növekvő koncentrációjú krioprotektív oldatokba kerülnek, majd programozott ($-0,3$ – $0,5$ °C/perc) módon hűtik le azokat -30 °C körüli hőmérsékletig, és ezt követően folyékony nitrogénben tárolják a petesejteket felhasználásig. A vitrifikáció gyorsabb, kevesebb műszert igényel, és nagyobb túlélési arányt mutat a lassú fagyasztással szemben [31, 32]. Egy 2016. évi metaanalízis alapján, amelyben három randomizált, kontrollált klinikai vizsgálatot elemeztek, a petesejtek túlélési aránya 82,3% volt vitrifikáció után, míg ez az érték csupán 66,1% lassú fagyasztást és felengedést követően [31].

Az európai centrumok számára 2024 óta vált elérhetővé a petesejtek ultragyors vitrifikációja, amelyhez CE-jelöléssel rendelkező vitrifikációs oldatok állnak rendelkezésre. A CE-jelölés biztosítja az alkalmazott termékek európai uniós minőségi és biztonsági követelményeknek való megfelelését, ezáltal azok biztonságos klinikai alkalmazását. A protokoll ideje lerövidült, csupán pár percet vesz igénybe, ezáltal a citotoxikus krioprotektánsoknak való kitettség csökken, így a toxicitás és az ozmotikus stressz is kisebb mértékű [33].

Egy 1165 petesejtet vizsgáló tanulmány alapján ultragyors vitrifikációval 100%-os túlélési arány volt tapasztalható a standard vitrifikáció során elérhető 94,5%-os aránnyal szemben, emellett pedig szignifikánsan nagyobb arányú klinikai terhesség volt kimutatható (65,2% vs. 56,5%) [34].

A tudomány jelenlegi állása alapján a krioprezervált petesejteknek nincs „lejárati dátumuk”, és az eljárás nem hat negatívan a reprodukív potenciálra [8, 29]. 3, illetve 6 évig folyékony nitrogénben tárolt, majd felolvasztás után életképes petesejtek génexpressziós profiljainak összevetése során nem volt kimutatható különbség a gének kifejeződésében, tehát ez alapján a tárolási idő nem befolyásolja a gének kifejeződésének mértékét [35]. A tudományos irodalomban fellelhető leghosszabb időtartamú dokumentált tárolás 14,5 év volt, és az ennek felhasználásával létrejött embrió beültetése után egészséges utódjött világra [36].

Eredményesség, életkor és petesejtszám

A petesejtfagyasztás sikere többek között technikai és klinikai tényezőkön kívül a páciens reprodukciós és életkori sajátosságain is múlik. A kinyert II. metafázisú petesejtek száma és az anyai életkor kulcsfontosságú faktor a petesejtfagyasztás eredményességét és az élve születést tekintve. Ez utóbbi két tényező szorosan összefügg, mivel az életkor növekedésével járó petefészek-tartalék

csökkenése közvetlen hatással van a petesejtek minőségére és túlélésére [37].

Cobo és mtsai vizsgálataik alapján azt találták, hogy az elektív petesejtfagyasztás kumulatív élveszülési mutatója 35 éves kor alatt 30–45% közötti 8–10 fagyasztott petesejt esetén, és ez az arány minden fagyasztott petesejttel nő – 25 petesejt esetében ez az érték elérheti a 95%-ot is [38]. Ugyanezen szerzőcsoport másik közleménye alapján 8 fagyasztott petesejttel felhasználva az élveszülés valószínűsége 35 éves korban és alatta eléri a 40,8%-ot, míg 35 éves kor felett ez az érték 19,9%-ra tehető [39].

Druckennmiller-Cascante és mtsai a kinyert petesejtek száma alapján csoportosították a pácienseket, miszerint a 0–9 II. metafázisú petesejtcsoportban szignifikánsan kisebb élveszülési arány volt megfigyelhető minden életkort összevetve, mint a 10 és a feletti II. metafázisú petesejtszámot mutató csoport esetén. További megfigyeléseik alapján a 38 évnél fiatalabb páciensek több alkalmas és szignifikánsan több biopszia alapján euploidnak azonosított embrióval rendelkeztek, mint a 38–40 éves páciensek, valamint szignifikánsan több euploid embrió keletkezett a 38–40 éves korosztályban a 41 év feletti csoportjával összehasonlítva [40].

A 38 évnél fiatalabb páciensek esetében, akiknél több mint 20 érett petesejt fagyasztására került sor, a várható legalább egy élveszülés esélye 70%-ra tehető [8].

Az élveszülési arány a petesejtfagyasztás időpontjában fennálló életkor szerint *Hirsch és mtsai* kutatása alapján jelentősen eltér: 35 éves kor alatt átlagosan 52%, 36–39 éves kor között 34%, míg 40 év felett mindössze 19% [41].

Az eredményesség és a petesejtszám viszonyának megvitatása során érdemes megemlíteni a *Goldman és mtsai* által 2017-ben kidolgozott predikciós modellt is, amely a női életkorhoz köthető élveszülési esélyeket mutatja be a fagyasztott petesejtszám függvényében. A modell jól értelmezhető görbéken keresztül szemlélteti, hogy például 20 fagyasztott petesejt esetében 34, 37, illetve 42 éves anyai életkor mellett a legalább 1 élve születés várható valószínűsége 90%, 75% és 37%. Ezek alapján ahhoz, hogy a legalább 1 élve születés valószínűsége elérje a 75%-ot, 10, 20, illetve 61 petesejt lefagyasztása szükséges a fent említett (34, 37, 42 éves) anyai életkorokban [42].

Az ASRM nyilatkozata alapján jelenleg nem áll rendelkezésre elegendő számú bizonyíték arra, hogy előre meghatározható legyen az élveszülési arány petesejtfagyasztás után. Korlátozott adatok alapján azonban valószínűsíthető, hogy a fiatalabb életkorban elvégzett petesejtfagyasztás emelkedett terhességi és élveszülési aránnyal társul az idősebb korban elvégzett petesejtfagyasztással szemben [43].

Jövőbeli kihívások

A jelenleg publikált adatok alapján a lefagyasztott petesejtek felhasználási aránya világszerte 11–16% körüli értéket mutat [41, 44]. Valójában tehát a páciensek csupán

körülbelül tizede használja fel a lefagyasztott petesejteket, általánosságban 3–4 éven belül [40]. Ez több olyan következménnyel is járhat a jövőben, amely komoly fejlődést okozhat a meddőségi centrumok számára.

A centrumok tárolókapacitása évről évre csökken, egyre több az embrió- és spermafagyasztás, amelyekhez a jogszabályi változás következtében most már a petesejtfagyasztás is jelentősen hozzájárul majd. Előbb-utóbb elkerülhetetlenné válik a meddőségi központok tárolókapacitásának bővítése, ami a folyékony nitrogén folyamatos ellátásának biztosítása és a kapcsolódó technikai infrastruktúra miatt jelentős kihívásokat rejthet magában. Megoldási lehetőségként felmerülhet az erre a szektorra specializálódott kriobankok fejlesztése oly módon, hogy azok alkalmasak legyenek biztonságos embrió- és petesejttárolásra is. Emellett célszerű lehet megfontolni centralizált kriobank-szolgáltatók létrehozását, amelyek garantálhatnák a stabil, standardizált körülményeket akár hosszú távon. Érdekességgént és a jó gyakorlat példaként megemlíthető, hogy egyes intézményekben a mintatároló helyiség az épület föld alatti szintjén kapott helyet. Ez a megoldás hozzájárul a környezeti feltételek stabilitásának fenntartásához, valamint a külső környezeti hatások (például napsugárzás) csökkentéséhez, ezáltal a minták hosszú távú, biztonságos tárolásához [45].

A European Society of Human Reproduction and Embryology (ESHRE) ajánlása szerint a krioprezervált biológiai minták tárolása esetén a környezet stabilitása, a szellőzőrendszer optimális kiépítése, a folytonos monitorozás és a biztonsági rendszerek megléte alapvető követelmény [46].

Az infrastrukturális kihívások mellett meg kell említeni a szociális petesejtfagyasztás potenciális demográfiai és egészségügyi vonzatát is. Demográfiai szempontból a módszer tovább erősítheti annak a szemléletnek a kialakulását, hogy a termékenység bizonyos mértékig halasztható, ami hozzájárulhat az első gyermekvállaláskori átlagéletkor további emelkedéséhez. Ennek következtében várhatóan nő az asszisztált reprodukciós eljárások iránti igény, ami emelheti a reprodukciós centrumok és az egészségügyi rendszer terheltségét.

A későbbi életkorban történő gyermekvállalás ugyanakkor nem csupán a petesejtek minőségben történő változása miatt korlátozott, hanem az anyai életkorral összefüggő más egészségügyi kockázatok miatt is. Gyakoribb például a gestációs diabetes és a praeeclampsia előfordulása, amely folyamatos terhesgondozást, fokozott nyomon követést és gyakran szülészeti beavatkozást igényel [47].

Következtetés

A szociális petesejtfagyasztás bevezetése Magyarországon jelentős előrelépést jelent a reprodukív medicinában, különösen a termékenység megőrzésének szempontjából. Nemzetközi tudományos folyóiratokban

publikált adatok alapján a petesejtfagyasztás biztonságossága egyre inkább alátámasztott, ugyanakkor hazai adatgyűjtésre és hosszú távú nyomon követésre van szükség annak érdekében, hogy a nemzetközileg megerősített tapasztalatok a magyar populációra vonatkoztatva is bizonyítást nyerjenek [21]. Kiemelten fontos továbbá a petesejtfagyasztást követően létrejött terhességek és a megszületett gyermekek egészségi állapotának hosszú távú követése is.

A kezdeti aggályok a krioprotektánsok toxicitásával és a meiotikus orsó integritásával kapcsolatban eddig nem igazolódtak, az aneuploidia gyakorisága nem mutat eltérést friss *vs.* fagyasztott petesejtek felhasználása között [48]. *Van Reckem és mtsai* nem találtak eltérést a friss *vs.* fagyasztott petesejtek felhasználásával született gyermekek egészségügyi és növekedési mutatói között 30 hónapos korig [22].

Emellett több tanulmány is vizsgálta a petesejtfagyasztást követő szülés során, illetve csecsemőkorban jelentkező problémákat, ideértve a koraszülést, a veleszületett rendellenességeket és a perinatális halálozást, azonban egyértelmű összefüggést egyikkel kapcsolatban sem találtak [16, 21].

A tudomány jelenlegi állása alapján a petesejtfagyasztás folyamata biztonságos és hatékony eljárásnak tekinthető mind a nők, mind a petesejtek szempontjából, emellett jelentős előnyt jelent a gyermekvállalás kitolódása miatt, a termékenység megőrzése szempontjából [8].

Ugyanakkor hangsúlyozni szükséges, hogy a petesejtfagyasztás nem jelent garanciát a későbbi élve születésre. Ennek megfelelően a hazai irányelv alapján indokolt lenne minden esetben a beavatkozást megelőző szakpszichológiai konzultáció, amelynek során a páciens részletesen tájékoztatni kell a módszer kockázatairól, a reálisan várható eredményességről, valamint a kapcsolódó jogi és etikai dilemmákról. Ez a folyamat elősegítené a megalapozott, átgondolt és felelős döntéshozatalt [10].

Mindezek mellett kiemelt fontosságú lenne a termékenységtudatosság további erősítése már az iskolai oktatás keretei között, amely hosszú távon elősegíthetné a reprodukciós lehetőségek és korlátok megértését, valamint a tudatos családtervezést.

Anyagi támogatás: A kézirat megírása nem részesült anyagi támogatásban.

Szerzői munkamegosztás: L.-G. Zs. a közlemény megírásában és a szakirodalom kutatásában, B. T. a kézirat átdolgozásában és annak véglegesítésében vett részt. S. M. a munka szakmai felügyeletét látta el. A közlemény végleges változatát valamennyi szerző elolvasta és jóváhagyta.

Érdekltségek: A szerzőknek nincsenek érdekltségeik.

Irodalom

- [1] Hungarian Central Statistical Office. Population and vital events. [Központi Statisztikai Hivatal. Népeség és népmozgalom.] Available from: <https://www.ksh.hu/nepesseg-es-nepmozgalom> [accessed: November 6, 2025]. [Hungarian]
- [2] Szigeti FJ, Soltész K, Sipos M, et al. The role of psychological screening and care in assisted reproduction. [A pszichológiai szűrés és ellátás helye az asszisztált reprodukcióban.] *Orv Hetil.* 2024; 165: 455–463. [Hungarian]
- [3] Lei Y, Wang X, Zhou Y, et al. The impact of social, cultural, and identity-related factors on delayed childbearing: a multi-center study. *Risk Manag Healthc Policy* 2025; 18: 1959–1968.
- [4] Zhu Z, Xu W, Liu L. Ovarian aging: mechanisms and intervention strategies. *Med Rev.* 2022; 2: 590–610.
- [5] Pónusz-Kovács D, Molnárné Csákvári T, Pónusz R, et al. Utilization rates of publicly funded in vitro fertilization procedures in Hungary between 2010 and 2023. [A közfinanszírozott in vitro fertilizációs eljárások igénybevételi mutatói Magyarországon 2010 és 2023 között.] *Orv Hetil.* 2025; 166: 1139–1152. [Hungarian]
- [6] Practice Committee of the American Society for Reproductive Medicine. Optimizing natural fertility: a committee opinion. Available from: <https://www.asrm.org/practice-guidance/practice-committee-documents/optimizing-natural-fertility-a-committee-opinion-2021/> [accessed: December 11, 2025].
- [7] Chua SJ, Danhof NA, Mochtar MH, et al. Age-related natural fertility outcomes in women over 35 years: a systematic review and individual participant data meta-analysis. *Hum Reprod.* 2020; 35: 1808–1820.
- [8] Cascante SD, Berkeley AS, Licciardi F, et al. Planned oocyte cryopreservation: the state of the ART. *Reprod Biomed Online* 2023; 47: 103367.
- [9] Ministry of Welfare. Decree No. 30/1998 (VI. 24.) Protocol for the cryopreservation of oocytes for the assisted reproductive procedures in the treatment of infertility. [30/1998. (VI. 24.) NM rendelet az emberi reprodukcióra irányuló különleges eljárások végzésére vonatkozó, valamint az ivarsejtekkel és embriókkal való rendelkezésre és azok fagyaszttva tárolására vonatkozó részletes szabályokról.] Available from: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99800030.nm> [accessed: November 6, 2025]. [Hungarian]
- [10] Ministry of Interior. Professional guideline of the Ministry of Interior on the cryopreservation and storage of oocytes for social indications. [A belügyminisztérium egészségügyi szakmai irányelve a női petesejtek szociális indikációval történő lefagyasztásáról és fagyaszttva tárolásáról.] *Eü Közl.* 2026; LXXVI: 707–740. [Hungarian]
- [11] Chen C. Pregnancy after human oocyte cryopreservation. *Lancet* 1986; 327: 884–886.
- [12] Kuleshova LL, Lopata A. Vitrification can be more favorable than slow cooling. *Fertil Steril.* 2002; 78: 449–454.
- [13] Rall WF, Wood MJ, Kirby C, et al. Development of mouse embryos cryopreserved by vitrification. *J Reprod Fertil.* 1987; 80: 499–504.
- [14] Kuleshova L, Gianaroli L, Magli C, et al. Birth following vitrification of a small number of human oocytes: case report. *Hum Reprod.* 1999; 14: 3077–3079.
- [15] Grifo JA, Noyes N. Delivery rate using cryopreserved oocytes is comparable to conventional in vitro fertilization using fresh oocytes: potential fertility preservation for female cancer patients. *Fertil Steril.* 2010; 93: 391–396.
- [16] Noyes N, Porcu E, Borini A. Over 900 oocyte cryopreservation babies born with no apparent increase in congenital anomalies. *Reprod Biomed Online* 2009; 18: 769–776.
- [17] Cobo A, Meseguer M, Remohí J, et al. Use of cryo-banked oocytes in an ovum donation programme: a prospective, randomized, controlled, clinical trial. *Hum Reprod.* 2010; 25: 2239–2246.
- [18] Lucena E, Bernal DP, Lucena C, et al. Successful ongoing pregnancies after vitrification of oocytes. *Fertil Steril.* 2006; 85: 108–111.
- [19] Practice Committees of the American Society for Reproductive Medicine the Society for Assisted Reproductive Technology. Mature oocyte cryopreservation: a guideline. *Fertil Steril.* 2013; 99: 37–43.
- [20] Nagy ZP, Shapiro D, Chang CC. Vitrification of the human embryo: a more efficient and safer in vitro fertilization treatment. *Fertil Steril.* 2020; 113: 241–247.
- [21] Cobo A, Serra V, Garrido N, et al. Obstetric and perinatal outcome of babies born from vitrified oocytes. *Fertil Steril.* 2014; 102: 1006–1015.e4.
- [22] Van Reckem M, Blockeel C, Bonduelle M, et al. Health of 2-year-old children born after vitrified oocyte donation in comparison with peers born after fresh oocyte donation. *Hum Reprod Open* 2021; 2021: hoab002. Erratum: *Hum Reprod Open* 2021; 2021: hoab013.
- [23] American Society for Reproductive Medicine. Can I freeze my eggs to use later if I'm not sick? Available from: <https://www.reproductivefacts.org/news-and-publications/fact-sheets-and-infographics/can-i-freeze-my-eggs-to-use-later-if-im-not-sick/> [accessed: January 22, 2026].
- [24] Song BB, Quinn MM. Planned oocyte cryopreservation: a review of current evidence on outcomes, safety and risks. *Obstet Gynecol Clin North Am.* 2023; 50: 707–719.
- [25] Ethics Committee of the American Society for Reproductive Medicine. Planned oocyte cryopreservation to preserve future reproductive potential: an Ethics Committee opinion. *Fertil Steril.* 2024; 121: 604–612.
- [26] Szabó G, Árokzállási A, Pócsi D, et al. Pathophysiology and current clinical approach of ovarian hyperstimulation syndrome. [Az ovarialis hiperstimulációs szindróma kórélettana és korszerű klinikuma.] *Orv Hetil.* 2018; 159: 1390–1398. [Hungarian]
- [27] Stoop D, Vercammen L, Polyzos NP, et al. Effect of ovarian stimulation and oocyte retrieval on reproductive outcome in oocyte donors. *Fertil Steril.* 2012; 97: 1328–1330.
- [28] Gardner DK, Simón C. (eds.) *Handbook of in vitro fertilization.* CRC Press, Boca Raton, FL, 2017.
- [29] Cobo A, Garrido N, Pellicer A, et al. Six years' experience in ovum donation using vitrified oocytes: report of cumulative outcomes, impact of storage time, and development of a predictive model for oocyte survival rate. *Fertil Steril.* 2015; 104: 1426–1434. e1–e8.
- [30] Edgar DH, Gook DA. A critical appraisal of cryopreservation (slow cooling versus vitrification) of human oocytes and embryos. *Hum Reprod Update* 2012; 18: 536–554.
- [31] Rienzi L, Gracia C, Maggiulli R, et al. Oocyte, embryo and blastocyst cryopreservation in ART: systematic review and meta-analysis comparing slow-freezing versus vitrification to produce evidence for the development of global guidance. *Hum Reprod Update* 2016; 23: 139–155.
- [32] Levi-Setti PE, Patrizio P, Scaravelli G. Evolution of human oocyte cryopreservation: slow freezing versus vitrification. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes.* 2016; 23: 445–450.
- [33] Schiewe MC, Reichelderfer R, Wozniak K, et al. Ultra-fast vitrification and rapid elution of human oocytes: part I. germinal vesicle model validation. *Reprod Biomed Online* 2024; 49: 104691.
- [34] Aydin B, Hudkova D, Maggiorio G, et al. O-294 Human oocyte survival, early embryo development, metabolic fingerprinting, and pregnancy outcomes following ultra-rapid or standard vitrification and thawing. *Hum Reprod.* 2024; 39(Suppl_1): deae108–351.
- [35] Stigliani S, Moretti S, Anserini P, et al. Storage time does not modify the gene expression profile of cryopreserved human metaphase II oocytes. *Hum Reprod.* 2015; 30: 2519–2526.

- [36] Urquiza MF, Carretero I, Cano Carabajal PR, et al. Successful live birth from oocytes after more than 14 years of cryopreservation. *J Assist Reprod Genet.* 2014; 31: 1553–1555.
- [37] Cimadomo D, Cobo A, Galliano D, et al. Oocyte vitrification for fertility preservation is an evolving practice requiring a new mindset: societal, technical, clinical, and basic science-driven evolutions. *Fertil Steril.* 2024; 121: 555–561.
- [38] Cobo A, García-Velasco J, Domingo J, et al. Elective and oncofertility preservation: factors related to IVF outcomes. *Hum Reprod.* 2018; 33: 2222–2231.
- [39] Cobo A, García-Velasco JA, Coello A, et al. Oocyte vitrification as an efficient option for elective fertility preservation. *Fertil Steril.* 2016; 105: 755–764.e8.
- [40] Cascante SD, Blakemore JK, DeVore S, et al. Fifteen years of autologous oocyte thaw outcomes from a large university-based fertility center. *Fertil Steril.* 2022; 118: 158–166.
- [41] Hirsch A, Hirsh Raccach B, Rotem R, et al. Planned oocyte cryopreservation: a systematic review and meta-regression analysis. *Hum Reprod Update* 2024; 30: 558–568. Erratum: *Hum Reprod Update* 2024; 30: 651.
- [42] Goldman RH, Racowsky C, Farland LV, et al. Predicting the likelihood of live birth for elective oocyte cryopreservation: a counseling tool for physicians and patients. *Hum Reprod.* 2017; 32: 853–859.
- [43] Practice Committee of the American Society for Reproductive Medicine. Evidence-based outcomes after oocyte cryopreservation for donor oocyte in vitro fertilization and planned oocyte cryopreservation: a guideline. *Fertil Steril.* 2021; 116: 36–47.
- [44] Kakkar P, Geary J, Stockburger T, et al. Outcomes of social egg freezing: a cohort study and a comprehensive literature review. *J Clin Med.* 2023; 12: 4182.
- [45] Nadezhda Hospital. The Cryobank of Nadezhda Hospital. Available from: <https://nadezhdahospital.com/en/reproductive-medicine/fertility-preservation/cryobank-nadezhda/> [accessed: January 24, 2026].
- [46] ESHRE Guideline Group on Good Practice in IVF Labs; De los Santos MJ, Apter S, Coticchio G, Revised guidelines for good practice in IVF laboratories. *Hum Reprod.* 2016; 31: 685–686.
- [47] Lampinen R, Vehviläinen-Julkunen K, Kankkunen P. A review of pregnancy in women over 35 years of age. *Open Nurs J.* 2009; 3: 33–38.
- [48] Chamayou S, Sicali M, Alecci C, et al. The accumulation of vitrified oocytes is a strategy to increase the number of euploid available blastocysts for transfer after preimplantation genetic testing. *J Assist Reprod Genet.* 2017; 34: 479–486.

(Lőnhardt-Gál Zsófia dr.,
Budapest, Üllői út 78/B, 1083
e-mail: gal.zsofia@semmelweis.hu)

„Ab ovo usque ad mala.” (Horatius)
(A tojástól az almáig. Teljesen az elejétől a végéig.)