

# **DIPLOMAMUNKA**

**Katona Réka  
2022**

**Állatorvostudományi Egyetem**  
**Szülészeti Tanszék és Haszonállat-Gyógyászati Klinika**

A szubklinikai hipokalcémia és az energiahiány összefüggése  
magyarországi tejtermelő tehenekben  
Association between subclinical hypocalcaemia and energy deficiency in Hungarian dairy  
cows

Katona Réka

Témavezető: Dr. Szelényi Zoltán  
Szülészeti Tanszék és Haszonállat-Gyógyászati Klinika

2022

## Absztrakt

A kísérletünk célja a szubklinikai hipokalcémia mértékének megállapítása az állományon belül, a laktáció sorszámának hatása a szubklinikai hipokalcémia előfordulására, valamint a szubklinikai hipokalcémia és a szénhidrátanyagcsere közötti összefüggés felkutatása volt. Ehhez összesen 310 állatból vettünk vérmintát, az ellést követő első 7 laktációs napon. Vizsgálatunk során megállapítottuk, hogy az először ellett állatok csoportja nem mutatta a szubklinikai hipokalcémia jelenlétét, ellenben a többször ellett állatok igen. Az eredményeinknél bár közvetlen összefüggés nem mutatkozott meg a mért összkalcium koncentrációk és a NEFA koncentrációk között, az egyes Ca koncentrációkhoz rendelve a NEFA koncentrációátlagokat látható, hogy 2,0 mmol/l-es koncentráció alatt emelkedett NEFA koncentrációkat lehetett mérni. Esetünkben az SCH-ban érintett állatok esetében mintegy 50%-kal meghaladták a NEFA koncentrációk ezt az emelkedett élettani határértéket is (1,0 mmol/l), de a 0,6 mmol/l-es értéknek több, mint kétszeresét mutatták. Ezen eredmények alapján mutattuk ki a szénhidrát anyagcsere és a kalcium-anyagcsere kapcsolatát a kísérleti állatainkban. Vizsgálatunkban arra mutatunk rá, hogy amennyiben akár az egyik, akár a másik betegség előfordulásával találkozunk, fel kell készülni a másik szervrendszer egyensúlyának megbomlására és ezt a gyógykezelésben is figyelembe kell vennünk.

## Abstract

The objective of our study was to measure the incidence of subclinical hypocalcaemia within the study animals, the effect of parity, and the relation between subclinical hypocalcaemia and disturbances of the carbohydrate household. 310 dairy cattle were sampled in the first seven days of lactation. In our study we concluded that animals after first calving were not affected by subclinical hypocalcaemia, while animals with higher parity showed the phenomenon. However, our results were not directly correlating in terms of total calcium and NEFA concentrations, NEFA averages associated with different total calcium levels showed an increased NEFA concentration below 2,0 mmol/l total calcium concentration. In our case the subclinical hypocalcaemia affected animals NEFA concentrations elevated around 50% the upper range of the physiological range (1,0 mmol/l) and were doubled in case of threshold (0,6 mmol/l). Based on our results we showed this correlation between carbohydrate and calcium household in our study animals. Our results have also highlighted, that in clinical practice we should take into consideration both homeostatic regulations when treating individual clinical cases of one with clinical signs.

## Tartalom

1. Rövidítések jegyzéke .....	6
2. Bevezetés .....	7
3. Szakirodalmi áttekintés .....	8
3.1 Magyar nyelvű szakirodalom.....	8
3.2 Angol nyelvű szakirodalmi adatok .....	9
3.2.1 A klinikai és szubklinikai hipokalcémia definíciója röviden .....	10
3.2.2 A szubklinikai hipokalcémia és az immunrendszer.....	10
3.2.3 A szubklinikai hipokalcémia egyes következményei (tejtermelés, a viselkedésbeli változások, a szaporasági mutatók) .....	11
3.2.4 A szubklinikai hipokalcémia és pseudohypoparathyreodizmus .....	12
3.2.5 A szubklinikai hipokalcémia és egyes betegségek kapcsolata .....	13
3.2.6 A szubklinikai hipokalcémia és a szénhidrát-anyagcsere, az energiaegyensúly .....	17
4. Anyag és módszer .....	18
4.1 A kísérletünkben résztvevő állatokat tartó gazdaságok állattartási technológiája .....	18
4.2 A kísérletben lévő, mintát szolgáltató állatok .....	18
4.3 A minták kezelése és a vizsgált paraméterek meghatározása .....	19
4.4 Az adatok statisztikai értékelésére használt szoftver és a statisztikai próbák .....	20
5. Eredmények .....	21
5.1 A szubklinikai hipokalcémia előfordulása az állományban.....	21
5.2 A szubklinikai hipokalcémia előfordulása az egyes laktációs napok szerint.....	21
5.3 tCa koncentrációk a laktáció sorszámára szerint.....	22
5.4 tCa koncentrációk összefüggése a zsírbontás mértékével többször ellett állatokban .....	24
6. Következtetések, megbeszélés .....	26
6.1 A szubklinikai hipokalcémia előfordulása és a laktáció befolyásoló hatása.....	26
6.2 A kalciumháztartás és a szénhidrátanyagcsere összefüggései .....	27
7. Összefoglalás .....	28
8. Summary .....	29
9. Köszönetnyilvánítás .....	30
10. Irodalomjegyzék .....	31
11. Nyilatkozatok .....	33

## 1. Rövidítések jegyzéke

OHV=oltógyomor helyzetváltozás

DMI= a laktációban eltöltött napok száma

iCa=ionizált kalcium

tCa= összkalcium

SCH=szubklinikai hipokalcémia

NEFA= nem észterifikált zsírsavak

NORM=normális szint

HIGH=magas szint

## 2. Bevezetés

Az élő szervezet számára a Ca nélkülözhetetlen. Az extracelluláris kalcium szükséges az izmok összehúzódásához, az ingerület átvitelhez, a véralvadáshoz és alkotóeleme a csontoknak és a tejnek. Az intracelluláris Ca pedig részt vesz a másodlagos hírvivő folyamatokban. A kalciumhiányt a betegségek előkapujának is nevezik, mivel a csökkent kalciumszint hajlamosít különböző metabolikus és fertőző betegségekre, mint pl.: méhgyulladás, tőgygyulladás, szaporodási zavarok. A hipokalcémia lehet klinikai vagy szubklinikai. A klinikai hipokalcémia másnéven tejláz, különösen az újonnan ellett teheneknél okoz problémát. A legtöbb tejláz megbetegedés az ellés utáni 24-48 órán belül jelentkezik. Ezek az állatok nem tudnak felkelni a vér alacsony Ca koncentrációja miatt, míg a szubklinikai hipokalcémiában szenvedő tehenek velük ellentétben nem mutatnak tüneteket. Az állatok kalcium szükséglete jelentősen megnövekedik a korai laktációban a fiziológiás fenntartáshoz és a magzati növekedéshez szükséges Ca-szinthez képest. Az emlőmirigy Ca igénye gyakran meghaladja a szarvasmarha plazma kalcium szintjének pótlási képességét. Elléskor a vér kalcium szintje jelentősen lecsökken, a legalacsonyabb koncentrációt ellés utáni 12-24 órában éri el. Mind a klinikai és a szubklinikai hipokalcémia is nagy gazdasági hatással van a tejparra. A legújabb kutatások azt mutatták ki, hogy a szubklinikai forma 8-10x gyakrabban fordul elő a tejlő állatokban, mint a klinikai forma. A tünetekben nem megnyilvánuló forma magas előfordulási gyakorisága miatt egy, a tehenekre potenciális egészségügyi kockázatként kell tekinteni. [1]

### 3. Szakirodalmi áttekintés

#### 3.1 Magyar nyelvű szakirodalom

Ebben a részben a Magyar Állatorvosok Lapjának elmúlt évtizedeiből néhány, a diplomamunkámhoz kapcsolódó cikkeket mutatok be. A dolgozatok jelentős része a klinikai hipokalcémia megállapításával és gyógykezelésével kapcsolatos.

1951-ben Dr. Urbányi László állatelemzések útján a szarvasmarhák abszolút és tényleges ásványi anyagszükségletét vizsgálta. Megfigyeléseiben leírta, hogy a vemhes teheneknek a vemhesség kezdetén és a nem vemhes teheneknek az abszolút ásványi anyagszükséglete alig tér el. Ezzel szemben főként a 9. hónapban, a magzatfejlődés utolsó szakaszában, az anyagszükségletek meghaladják fiatal, fejlődő borjú napi szükségletét. A kísérlet során az is kiderült, hogy a tehén ásványi anyagszükségletét a laktáció igen megnöveli. [2]

1961-ben Dr. Pethes György 8 hónapos magyartarka teheneken végzett kutatást, az állatokat 3 csoportba osztotta a kapott takarmány alapján. Az „A” csoportba tartozó állatok szalastakarmányként csak szilázst kaptak, a „B” csoportban a szilázs mellé kiegészítésként kaptak szénát is, napi 1 kg-ot november 1-ig, onnantól napi 1,5 kg-ot, a „C” csoport állatai pedig a kontroll szarvasmarhák voltak, ad libitum szénát kaptak. November elsejétől változtatott a zöldtakarmányon és szójas kukoricaszilázs etetett az állatokkal. A kísérlet időtartalma 6 hónap volt. A kísérlet kezdete előtt, valamint utána kettő, három és 7 hónap múlva mérték a plazma kalcium- és anorganikus foszfor-koncentrációját. Szójas kukoricaszilázs etetése során a plazma kalcium szintje a fiziológiás értékek alsó határának irányába, az anorganikus foszfát szint ezzel ellentétesen, ugyancsak a normális ingadozásokon belül változott. Nem volt észlelhető negatív hatása az egyoldalú szilázsetetésnek a növendékszarvasmarhák ásványianyag forgalmát jelző plazma kalcium és anorganikus foszfát szintjére és az állatok növekedésére.[3]

1962-ben Dr. Landy László cikkében a szarvasmarhák nehézellése során előforduló elfekvésekről tett megfigyeléseit írja le. Ezekben az esetekben intravénásan kalcium tartalmú készítményt (Calcimusc) adott az állatoknak. A tehenek a terápia elvégzése után rövid időn belül jobban lettek és lábra álltak, ezzel bizonyítva, hogy nem csak fáradtság okozta a problémát,



valamint ezzel alátámasztva, hogy szubklinikai ellési benulásról beszélhetünk ezen állatok esetében.[4]

1967-ben. Domán Imre a szarvasmarhák görcsösségét vizsgálta. 5 esetet vizsgált és végzett kezelést, D2-és D3-vitaminnal, vagy azt kombinálva kristályos klórkalcium-magnéziumklorid oldattal, amit intravénásan adott be. Az első eset, amit vizsgált, egy nagyon rossz állapotban lévő állat volt, aminél már a kényszervágást mérlegelték, D3-vitamint adott subcután, amitől az állat másnapra talpra állt, és az állapota később sem romlott vissza. A második esetben 10 ml D3-vitamin + 60 g kristályos ClCa + 27,5 g kristályos MgCl keveréket alkalmazott. A kezelés után egy nappal a tehén lábra állt és a görcsölés jeleit nem mutatta. Ez az állapot 4-5 hónapig tartott, de a vemhesség előrehaladtával a tünetei súlyosbodtak. Később még 3 magyar tarkát kezelt D3-vitaminnal, ebből két állatnál csak ezt alkalmazta, az egyik tehénél pedig kombinálta Ca-MgCl oldattal. A használt kombinált kezeléssel végleges és teljes gyógyulást ért el, a másik két esetben 4-5 hónapig tartott a javuló állapot, azután a kezelés ismétlésére volt szükség. Ezekből az eredményekből Domán azt állapította meg, hogy görcsösségre utaló tünetek esetén D3-vitaminnal önmagában, vagy mással kombinálva akár teljes gyógyulást, vagy nagymértékű javulást lehet elérni. [5]

1976-ban Muraközy József írta le azt a megfigyelését, miszerint a tehenek testhőjének már kis-mértékű esése mutathatja az ellési benulás kialakulásának kezdetét. Ilyenkor sokszor adott intravénásan kalciumot, amikor testhőmérséklet csökkenést érzékelt, sok esetben járt sikerrel ez a kezelés. Számos esetben megelőzőként alkalmazta az intravénás terápiát ellés után, használta nem megfelelő erőnlét jóságnál, illetve komás ökörnél, mindegyik alkalommal sikeresen.[6]

### 3.2 Angol nyelvű szakirodalmi adatok

Az utóbbi években a klinikai hipokalcémia helyett a szubklinikai hipokalcémiával kapcsolatos kérdések megválaszolásra helyezték a hangsúlyt. Bár a klinikai forma más, ellés utáni jelentkező kórképek kialakulását elősegítheti és a tejtermelést is csökkentheti, a szubklinikai hipokalcémia osztályozása és az egészségre gyakorolt hatása teljes egészében még nem tisztázott. A vér alacsony kalcium szintje hatással van a reprodukív teljesítményre és bizonyos ideig korlátozhatja a tejtermelést is.[7]

A laktáció első napjaiban és az ellés időszakában a tejelő teheneknek általában alacsony a vér kalcium szintje. A vér összkalciumkoncentrációjának rendeződését főként az a tény befolyásolja, hogy az alacsony kalcium koncentrációra a homeosztatis rendszer milyen gyorsasággal reagál, a fő szabályozó rendszerek a bélben, csontok mátrixában és a vesében vannak. [7]

### 3.2.1 A klinikai és szubklinikai hipokalcémia definíciója röviden

A klinikai kalciumhiány az ellés utáni első 72 órában jelentkező életveszélyes betegség. Klinikai tünetekben nyilvánul meg, ilyen tünetek lehetnek például: fokozott pulzusszám, kitágult pupillák, hideg fül, gyengeség, izomremegés vagy csökkent bendőösszehúzódások álló vagy fekvő helyzetben. Az elmúlt években ennek a betegségnek az előfordulási gyakorisága csökkent és beigazolódott, hogy a tejtermelés növekedésével és életkor előrehaladásával nő a bekövetkezésének kockázata. Az előfordulási kockázata az első laktációban kevesebb, mint 1%, míg a többet ellett teheneknél 4-10 %-ra nő a kockázat. [7]

Az előzővel ellentétben a szubklinikai forma nem mutatkozik meg klinikai tünetekben, ezért csak a vér kalcium szintjének egy bizonyos koncentráció alá történő csökkenése jelzi a betegség meglétét.

A betegség diagnózisának felállításához a vér kalcium koncentrációjának mérése szükséges. Ez a forma a tejelő tehenek ellése utáni napokban jelentkezik, az állatok általános állapotának romlásával, illetve a teljesítőképességük csökkenésével jár a másik formára jellemző klinikai tünetek jelentkezése nélkül. Az szubklinikai hipokalcémia meghatározásához szükséges tCa határérték azonban nem egységes. [7]

### 3.2.2 A szubklinikai hipokalcémia és az immunrendszer

Az ellés utáni 2-4 nappal mért vér kalcium koncentráció jobban megjósolja az állat egészségi állapotát és a teljesítményét, mint az ellés utáni 24 órában történt mérés. Ha az ellés után több nappal vizsgáljuk a vér kalcium-szintjét, a kalcium metabolizmus elsődleges hatásait befolyásolhatja a takarmányfelvétel vagy a gyulladás, amely hozzásegíthet a hipokalcémiához, vagy annak lehet a következménye. Az újabb vizsgálatok és kutatások egy hipotézisre utalnak: a gyulladással állapot megelőzheti és hozzájárulhat a csökkent kalciumszint kialakulásához. Pél-

dául a méhgyulladás vagy a tőgygyulladás gyulladást alakíthat ki a szervezetben és ennek következtében csökkentheti az állat takarmányfelvételét, ezek következtében pedig csökken a vér kalcium koncentrációja, így hozzájárulhatnak a hipokalcémia kialakulásához. [7]

### 3.2.3 A szubklinikai hipokalcémia egyes következményei (tejtermelés, a viselkedésbeli változások, a szaporasági mutatók)

2012-ben Jawor és munkatársai a szubklinikai hipokalcémia és tejhozam, táplálkozás, valamint viselkedésbeli változások közötti összefüggéseket vizsgálta. Az ellés utáni 24 órában vért vettek az állatoktól és elemezték a szérum összkalcium tartalmát. 30 tehéntől vettek vért, majd két csoportba sorolták az állatokat. 15 tehénnél állapították meg a szubklinikai hipokalcémia meglétét (náluk a szérum kalcium koncentráció  $\leq 1,8$  mmol/l), a maradék 15 állat pedig a kontroll csoportba került. A napi takarmányozási, tejtermelési és viselkedési szokásokat elektronikus rendszerekkel követték nyomon. Az ellést megelőző 7 naptól az ellés utáni 7. napig figyelték az állatok állva töltött óráinak számát is. Ezeket az értékeket összegezték, az eredmény a következő lett: Az ellést követő 24 órás időszakban szubklinikai hipokalcémiában szenvedő tejelő szarvasmarhák nem mutattak olyan termelési vagy viselkedési változásokat, amelyek klasszikusan a rossz egészségi állapothoz társulnának. A szubklinikai hipokalcémiában szenvedő tehenek az ellést követő 2., 3. és 4. héten közel napi 6 kilogrammal több tejet termeltek, mint a kontroll tehenek, és az ellést megelőző 2 hetes időszakban nagyobb volt a DMI-jük. A szubklinikai hipokalcémiában szenvedő teheneknél a szárazanyagfelvétel is nagyobb volt az ellést követő 2. héten. Bár a vízfelvételben nem volt különbség a kísérleti csoportok között, a szubklinikai hipokalcémiában szenvedő tehenek ritkábban látogatták a víz- és takarmánytárolókat, mint a kontrollcsoport tehenei; ez arra utalhat, hogy hatékonyabban használják ki az idejüket ezeknél a forrásoknál, lehetővé téve számukra, hogy kevesebb látogatással azonos szintű vízfelvételt és nagyobb takarmányfelvételt tartsanak fenn. A szubklinikai hipokalcémiában szenvedő teheneknél az ellést megelőző 24 órás időszakban majdnem 3 órával hosszabb volt az állásidő; ez arra utalhat, hogy ezek az állatok az elléssel járó további kényelmetlenséget tapasztalnak, és kiemeli annak fontosságát, hogy a tehenek számára jól fekvő és kényelmes pihenő helyet biztosítsanak az ellés alatt. [8]

2013-ban Chamberlin és munkatársai vizsgálatot végeztek az elléskori kalcium-státusz és az ellés utáni energiaegyensúly, a máj lipid-anyagcseréje, a különböző betegségek előfordulása, a

tejtermelés és a tejminőségi paraméterek, valamint a termékenység közötti lehetséges összefüggés értékelésére Holstein-fríz teheneknél. Száz tehenet osztottak be a 2 csoport egyikébe az ellés napján a teljes vér ionizált kalcium-koncentrációja alapján hipokalcémiás és normokalcémiás csoportba. A vérmintákat az ellés várható időpontjától (d -14), az ellés napján (d 0), valamint az ellés utáni 3., 7., 14., 21. és 35. napon vették, a plazma nem észterifikált zsírsav, iCa, teljes Ca, glükóz, teljes és direkt bilirubin koncentrációjának, valamint a plazma aszpartátaminotranszferáz és gamma glutamil transzferáz aktivitásának mérésére. A tehenek egy részéből 0., 7. és 35. napon májbiopsziát vettek a lipidtartalom számszerűsítése céljából. A szülés utáni 3., 7., 14., 21. és 35. napon tejmintákat gyűjtöttünk a szomatikus sejtszám, valamint a fehérje-, zsír- és szilárd-zsírmentes anyag százalékos arányának mérésére. A betegségek előfordulását az állomány kezelési nyilvántartásai alapján határozták meg. A hipokalcémiás teheneknél a 0. napon szignifikánsan magasabb volt a nem észterezett zsírsavak mennyisége. A hipokalcémiás teheneknél a májsejtekben is szignifikánsan több lipid volt a 7. és 35. napon az ellés után. A plazma aszpartát-aminotranszferáz és gamma-glutamil-transzferáz aktivitások, valamint a teljes és közvetlen bilirubin koncentráció tekintetében azonban nem volt statisztikailag szignifikáns különbség a csoportok között. A tejfehérje százalékos aránya a 21. és 35. napon alacsonyabb volt a hipokalcémiás teheneknél. Más tejminőségi változók (szomatikus sejtszám, tejszírszázalék és zsírmentes szilárd anyag) és a tejhozamváltozók azonban nem különböztek a csoportok között. A csoportok között nem volt különbség a klinikai tőgygyulladás, a ketózis, az elmozdult abomasum, a dystocia, a visszamaradt placenta, a metritis vagy a termékenységi mutatók előfordulása tekintetében. Ezek az adatok arra utalnak, hogy a korai laktációs zsírsav-anyagsere különbözik a szubklinikai hipokalcémiában szenvedő tehenek és normokalcémiás társaik között.[9]

### 3.2.4 A szubklinikai hipokalcémia és pseudohypoparathyreodizmus

2014-ben a diéta által kialakított pseudohypoparathyreodizmust vizsgálták, mint a szubklinikai hipokalcémia és tejláz lehetséges kockázati tényezőjét. A szubklinikai hipokalcémia a többször ellett tehenek felét érintheti, a klinikai hipokalcémia vagy tejláz pedig évente a tejelő tehenek körülbelül 5%-át érinti. A kalcium-homeosztázis ezen zavarát számos étrendi tényező idézheti elő. A legújabb tanulmányok szerint a magas káliumtartalom és a magas kation-anion különbség (DCAD) a tejláz fokozott kockázatával jár együtt. A vizsgált hipotézis az volt, hogy a szülés

előtt álló tehenekkel etetett magas DCAD-tartalmú takarmányok csökkentik a szövetek parathormon (PTH) iránti érzékenységét, pszeudohypoparathyreoid állapotot idézve elő, amely csökkenti a kalcium homeosztatisz válaszokat. A vemhesség végén többször ellett Jersey teheneket alacsony vagy magas DCAD-tartalmú táppal etettek, ami a magas DCAD-tartalmú takarmánnyal etetett tehenekben kompenzált metabolikus alkalózist, az alacsony DCAD-tartalmú táppal etetett tehenekben pedig kompenzált metabolikus acidózist hozott létre. Ezután 48 órán keresztül 3 órás időközönként szintetikus PTH-injekciókat kaptak. A parathormon várhatóan a plazma kalciumszintjének növekedését okozza azáltal, hogy növeli a vese 1,25-dihidroxi-D-vitamin termelését és növeli a csontok kalciumfelszívódását. A plazma kalciumkoncentrációja szignifikánsan kisebb mértékben emelkedett a magas DCAD-tartalmú táppal etetett teheneknél. A magas DCAD-tartalmú táppal etetett tehenek a PTH-injekciókra válaszul szignifikánsan kevesebb 1,25-dihidroxi-vitamin D-t termeltek, mint az alacsony DCAD-tartalmú táppal etetett tehenek. Ezek az adatok közvetlen bizonyítékot szolgáltatnak arra, hogy a magas DCAD-tartalmú takarmányok csökkentik a szövetek PTH-val szembeni érzékenységét. A magas DCAD-tartalmú takarmányokhoz társuló metabolikus alkalózis valószínűleg pszeudohypoparathyreosis állapotot idéz elő egyes tejelő tehenekben a laktáció kezdetén, ami hipokalcémiát és tejlázat eredményez.[10]

### 3.2.5 A szubklinikai hipokalcémia és egyes betegségek kapcsolata

2015-ben Heppelmann és munkatársai a végeztek vizsgálatokat. A vizsgálat célja az volt, hogy ultrahangvizsgálat és szonomikrometria segítségével megvizsgálja a metritisz és a szubklinikai hipokalcémia hatását a méh méretének csökkenésére tejelő tehenekben. Négy piezoelektromos kristályt ültettek be laparotómiával 12 többször ellett Holstein-fríz tehén vemhes méhszarvának myometriumba 3 héttel a számított ellési időpont előtt. A szonometriás méréseket az ellést megelőző 2 naptól (= 0. nap) az ellést követő 14. napig naponta, majd a 28. napig minden második napon végezték. A szomszédos kristályok közötti távolságokat az ellés előtt kapott referenciaértékekhez viszonyítva fejezték ki. A korábbi vemhes méhkürt átmérőjét a 10. naptól kezdve transzrektális B-mód szonográfiával mértük. A teheneket visszamenőlegesen a következő csoportokra osztottuk: metritisz nélküli tehenek, metritiszes tehenek, normokalcémiás tehenek és szubklinikai hipokalcémiás tehenek. A metritisz nem befolyásolta ( $P > 0,05$ ) a szonometriás méréseket, de a korábbi vemhes szarv átmérője nagyobb volt ( $P \leq 0,05$ ) a 15. és 21. nap

között a metritiszes teheneknél, mint a nem metritiszes teheneknél. A méh méretének csökkenése a hipokalcémiás teheneknél késett ( $P \leq 0,05$ ) a 8. és 21. nap között a normokalcémiás tehenekhez képest, de a méhszarv átmérője nem volt összefüggésben a kalciumstátusszal. Összefoglalva, mindkét betegség befolyásolta a méh méretének csökkenését a 28. napig. A metritiszben szenvedő tehenek méhszarvának átmérője nagyobb volt, ami valószínűleg a lochia felhalmozódásának tudható be, a szubklinikai hipokalcémiában szenvedő teheneknél pedig a méh hosszának csökkenése késett, ami feltehetően a myometrium kontraktilitásának csökkenésével függött össze.[11]

Rodriguez és munkatársai 2017-ben a szubklinikai hipokalcémia és termékenység közötti összefüggéseket vizsgálták. (Ezen belül figyelték a szubklinikai hipokalcémia, az OHV, a mastitis, a metritis, a magzatburok visszatartás és a ketózis közötti lehetséges összefüggéseket). valamint vizsgálták a szubklinikai hipokalcémia és a tejhozam, és a reprodukív funkció közötti összefüggéseket is. Összesen 764 tehenet vontak be a kísérletbe 6 különböző gazdaságból. Az ellést utáni 1-2 napban vért vettek az állatoktól, és a vér teljes kalcium koncentrációját elemezték. Kiszámolták a szubklinikai hipokalcémiával feltételezhetően összefüggő betegségek esélyhányadosait. A vizsgált tehenek 78 százalékánál volt jelen a szubklinikai hipokalcémia. Az oltógyomor helyzetváltozás 3,7-szer, a ketosis 5,5-szer, a magzatburok visszatartás 3,4-szer és a méhgyulladás előfordulása 4,3-szor volt nagyobb a szubklinikai hipokalcémiában szenvedő teheneknél, mint a normális kalciumszintű társaiknál. Ezen felül a többször ellett teheneknél a szérum kalcium koncentrációja alacsonyabb volt az először ellett tehenekhez képest, így megnőtt a magzatburok visszatartás vagy a méhgyulladás kialakulásának kockázata. A normokalcémiás teheneknél nagyobb valószínűséggel volt megfelelő időpontban az első ivarzás az ellés után, mint a szubklinikai hipokalcémiás teheneknél. Összefoglalva, a szubklinikai hipokalcémia gyakran előforduló betegség, amely a legtöbb tejelő tehenek érinti, és súlyos egészségügyi következményekkel is járhat. Ha azonban a szubklinikai hipokalcémiát az ellés utáni betegség prognózisára használnák, valószínűleg különböző szérum kalcium határértékekre lenne még szükség, mivel a legjobb prediktív küszöbértékek az ellés utáni ketózis, az OHV, a magzatburok visszatartás és a méhgyulladás között változtak.[12]

Serrenho és munkatársai által végzett vizsgálat összefoglalja a klinikai és szubklinikai hipokalcémia és a szülés utáni egészség, a reprodukció és a tejtermelés összefüggéseire vonatkozó eredményeket. A hipokalcémia hatásainak jobb megértése érdekében áttekintettük az állapot klinikai és szubklinikai megjelenési formáit és a vér Ca-koncentrációjának dinamikáját a szülés utáni korai időszakban. Összefoglalták a hipokalcémia és a tejelő tehenek teljesítménye közötti

összefüggéseket. A tejlő tehenek akár 50%-a szenved legalább egy betegségeseménytől az átmeneti időszakban. A kalcium fontos szerepe az izomösszehúzódásban és az immunfunkcióban az anyagcsere, a gyulladás és a fertőzések elleni védekezés kulcsfontosságú összetevőjévé teszi. Bár a klinikai hipokalcémia (tejláz) egészségre és teljesítményre gyakorolt hatása egyértelmű, a szubklinikai hipokalcémia meghatározása és annak az egészségre és teljesítményre gyakorolt következményei még mindig nem egyértelműek. A vizsgálati tervek, a mintavételi protokollok, a kalcium-koncentráció küszöbértékei és a mintanagyságok közötti különbségek, amelyek az egészségi és szaporodási eredmények tekintetében nem elég erősek, ellentmondásos következtetésekhez vezetnek az SCH hatásaival kapcsolatban. A jelenlegi bizonyítékok alapján az SCH osztályozásának legalább 2 vérkalcium-mérésen kell alapulnia, releváns adatokkal alátámasztott határértékek alkalmazásával, amelyek az érdeklődésre számot tartó eredménytől függően változhatnak. A vér kalcium-koncentrációjára vonatkozó önkényes vagy kevésbé alátámasztott értelmezési küszöbértékeket el kell hagyni. Úgy tűnik, hogy az átmeneti SCH nagyobb tejhozammal jár együtt, míg az ellés után több nappal fennálló SCH kisebb termeléssel és nagyobb betegségkockázattal jár. Ha azonban a vér kalciumszintjét napokkal az ellés után mérik, a kalcium-anyagcsere elsődleges hatásait megzavarhatja a takarmányfelvétel, a gyulladás vagy a betegség, amelyek hozzájárulhatnak a hipokalcémia kialakulásához vagy annak következményei lehetnek. További kutatásokra van szükség az SCH osztályozására szolgáló mintavételi sémák finomításához, valamint az SCH megelőzésének céljairól és eszközeiről való jobb tájékoztatáshoz.[7]

Venjakob és munkatársai vizsgálatának célja az volt, hogy felmérje a klinikai és szubklinikai hipokalcémia az ellés utáni 1-2 napban. Minden tejgazdaság 12 állatából ( $n = 115$ ) vettek vért, és vizsgálták a szérum kalcium-, foszfor- és magnéziumkoncentrációját. A klinikailag tüneteket nem mutató, de  $2,0 \text{ mmol/l}$  alatti szérumkalcium-szintű teheneket szubklinikai hipokalcémiának minősítették. Az elfekvő állatokat, amelyek szérumkalcium-koncentrációja  $2,0 \text{ mmol/L}$  alatt volt, klinikai hipokalcémiában szenvedő teheneknek minősítették. Az állományokat a hipokalcémiás állatok száma alapján 3 csoportba osztották: negatív ( $0-2/12$ ), határeset ( $3-5/12$ ) és pozitív ( $\geq 6/12$ ). A hipokalcémia vizsgálatára irányuló stratégiákat dokumentálták. A klinikai tejláz előfordulása  $1,4$ ,  $5,7$  és  $16,1\%$  volt a második, harmadik és  $\geq$ negyedik paritású tehenek esetében. Az első laktációban lévő tehenek egyike sem szenvedett tejlázban. A  $2,0 \text{ mmol/l}$  küszöbérték alapján az első, második, harmadik és  $\geq$ negyedik laktációban lévő tehenek  $5,7$ ,  $29,0$ ,  $49,4$  és  $60,4\%$ -a szenvedett szubklinikai hipokalcémiában. A szérumkalcium és a szérumfosz-

for koncentrációja között pozitív összefüggést figyeltek meg. A szérumkalcium- és magnéziumkoncentráció negatív kapcsolatban állt egymással. A 115 gazdaságból csak 50-ben alkalmaztak ellenőrzési stratégiát a hipokalcémia elkerülésére. A leggyakoribb az orálisan beadott kalciumkészítmények használata volt, ezt követte az anionos sók etetése a közeli takarmányokban. Ezek az eredmények azt jelzik, hogy a klinikai és szubklinikai hipokalcémia előfordulása a német tejelő állományokban magas, és hogy nem minden gazdaságban vették igénybe az aktív ellenőrzési stratégiát. A kalcium és a magnézium közötti negatív kapcsolat további kutatásokat tesz szükségessé e két ásványi anyag fiziológiai szabályozását illetően az ellés körül.[13]

Tsiamadis és munkatársai az idővel és súlyossági fokkal összefüggő szubklinikai hipokalcémiás mintázatok megjelenését vizsgálta Holstein-fríz tehenekben az ellések után, és a betegségekkel való összefüggését a laktáció első heteiben. Összesen 938 állatból vettek vért az ellés utáni 1., 2., 4. és 8. napon, és a szérum kalcium mennyiségét atomabszorpcióval vizsgálták. Szubklinikai ketózist, magzatburok visszatartást, metritist, mastitist, ketózist OHV-t figyeltek. ROC analízis segítségével a szubklinikai hipokalcémia határértékét szérum kalcium  $\leq 2,09$  mmol/l mellett állapították meg. A klaszteranalízis a teheneket hét klaszterbe sorolta a vizsgálati napok kalcium rekordjai és az általános szubklinikai hipokalcémiás státusz alapján. Két klaszter 318 normocalcaemiás tehenet tartalmazott, és öt olyan klasztert (SCH-1-től 5-ig), amelyek legalább egyszer szubklinikai hypocalcaemiásak ( $n = 620$ ) voltak. Egy második ROC analízist végeztek az enyhe és súlyos szubklinikai hipokalcémiás esetek megkülönböztetésére 620 tehenben; ezt a határértéket 1,93 mmol/l-nél állapították meg. A szubklinikai hipokalcémia általános előfordulása 66,1 % volt. Az SCH-1 és SCH-2 klaszterekbe a rövid távú szubklinikai hipokalcémiás 1. és 2. napos teheneket, míg az SCH-3 klaszterbe azokat a teheneket sorolták, amelyek súlyos és elhúzódó szubklinikai hipokalcémiája a 4. napig és még annál is tovább terjedt. Az SCH-4 és SCH-5 klaszterek késleltetett szubklinikai hipokalcémiában szenvedő teheneket tartalmaztak, amelyeknek hipokalcémiája a 4. és 8. napon csúcsosodtak ki. A HIGH csoportban a NORM tehenekhez képest alacsonyabb volt a méhgyulladás kockázata, és nem volt OHV. Az SCH-3-ban szenvedő teheneknél nagyobb volt a kockázata annak, hogy a vizsgálati időszak során magzatburok visszatartást, oltógyomor helyzetváltozást vagy bármilyen betegséget diagnosztizálnak. Az SCH-5-ös teheneknél nagyobb volt a ketózis, szubklinikai ketózis vagy bármilyen betegség diagnózisának kockázata. Összefoglalva, számos normocalcaemiás és hipokalcémiás mintázat létezik, amelyek eltérően kapcsolódnak a betegség kockázatához.[14]



### 3.2.6 A szubklinikai hipokalcémia és a szénhidrát-anyagcsere, az energiaegyensúly

Egy 2011-es Reinhardt és munkatársai által végzett tanulmány célja az volt, hogy meghatározza a szubklinikai hipokalcémia gyakoriságát az amerikai tejelő tehenészetekben. A National Animal Health Monitoring System 2002-es tanulmányának részeként 1462 tehéntől gyűjtöttek szérummintákat az ellést követő 48 órán belül. A mintákat laktációs szám szerint rendezték: 1. (n = 454), 2. (n = 447), 3. (n = 291), 4. (n = 166), 5. (n = 72) és 6. (n = 32). A szubklinikai hipokalcémia (<2,0 mM) az életkorral nőtt, és jelen volt a következő esetekben 25, 41, 49, 51, 54 és 42%-ban volt jelen a laktációk számának emelkedésével. A >2,0 mM szérumkalciummal rendelkező tehenek szérum NEFA-koncentrációja alacsonyabb volt a ellés után, mint a <2,0 mM szérumkalciummal rendelkező teheneké, (P < 0,001), ami azt jelzi, hogy a normokalcémiás tehenek jobb energiaegyensúlyi állapotban vannak, mint a szubklinikai hipokalcémiás tehenek. Ez a kapcsolat a szubklinikai hipokalcémia és a magasabb szérum NEFA közötti kapcsolat további bizonyítékot szolgáltat arra, hogy mind a klinikai, mind a szubklinikai hipokalcémiás tehenek valószínűleg nagyobb betegségkockázatnak vannak kitéve, és hogy miért kell aggódnunk a szubklinikai hipokalcémia gyakorisága a tejelő állományokban [15].

## 4. Anyag és módszer

### 4.1 A kísérletünkben résztvevő állatokat tartó gazdaságok állattartási technológiája

A mintákat 5 tejtermelő tehenészetben vettük az ország különböző pontjain. A telepeken tiszta vérű, illetve magas vérhányadú Holstein-fríz állománnyal folyik a termelés. A telepeken kötetlen tartású mélyalmos technológia működik. A takarmányozásra komplett monodiéta jellemző, amelyet a különböző termelési csoportnak megfelelően kevernek össze. Az ellést megelőző időszakban mindegyik gazdaságban célzottan próbálják csökkenteni a makroelem-anyagcsere felborulásából eredő veszteségeket. Ezt bár változatos módon, de a vizsgálat időpontjában mindenhol különböző anionos sók takarmányba keverésével próbálták elérni. Az anionos sók összetétele és aránya bár különböző volt az egyes gazdaságokban, a klinikai hipokalcémia előfordulási gyakorisága a mintagyűjtés alatti időszakban mindenhol 1% alatt volt. Mindegyik telepen naponta háromszor fejik a teheneket, 2x18 állásos halszálkás fejőház, 2x12 állásos fejőház és karusszel is megtalálható az egyes gazdaságokban. Az állatokkénti tejtermelés mérése mindegyik telepen fejőkehellyel és sajtárral is lehetséges. Az ivarzás megfigyelése hagyományos megfigyeléses módszerrel, lépésszámlálóval, illetve gyakran a kettő párosításával történik. A gazdaságokban folyamatosan ovuláció-indukciós, és -szinkronizáló programok is folynak. A különböző betegségekben szenvedő állatok kezelése, illetve az ivarzó tehenek inszeminálása általában minden nap a délelőtti fejés után történik. Ultrahanggal végzett vemhességvizsgálatot a telepeken minden héten végeznek. A továbbiakban a kísérletünkben szereplő gazdaságokat a földrajzi település nevének kezdőbetűjével jelöltük.

### 4.2 A kísérletben lévő, mintát szolgáltatató állatok

Az országban található 5 tehenészetben az először-, és a többször ellett állatokat vontuk a vizsgálatunkba. Összeségében 310 állat mintáit értékeltük a vizsgálatunkba. Az állatokból vénás vért vettünk az ellés utáni első hét laktációs napig a v. coccigealisból 9 ml-es, nem kezelt vérvételi csőbe (Monovette, Sarstedt, Németország). A gyakorlatban a vérmintavételek a laboratóriumi szállításhoz voltak igazítva: egyes gazdaságokban hetente egyszer (mindig ugyanazon a napon), míg 2 gazdaságban hetente kétszer (hétfő-csütörtök) az elmúlt 3 napban ill. az aznap reggel ellett állatokból vettünk vérmintát. Ezáltal összességében az összes mintára vonatkoztatva 0-7 napja ellett állatok kerültek mintázásra.

Farm	DIM 0	DIM 1	DIM 2	DIM 3	DIM 4	DIM 5	DIM 6	DIM 7	total
<b>B</b>	10	40	21	25	10	7			<b>113</b>
<b>H</b>				1	23	31	23		<b>78</b>
<b>K</b>	1	2	2	4	5	5	6	5	<b>30</b>
<b>N</b>		3	2	5	11	3	3	6	<b>33</b>
<b>NY</b>		6	18	14	10	5	3		<b>56</b>
Total	<b>11</b>	<b>51</b>	<b>43</b>	<b>49</b>	<b>59</b>	<b>51</b>	<b>35</b>	<b>11</b>	<b><u>310</u></b>

1. ábra: Az 5 gazdaságban a mintaszámok megoszlása a laktáció egyes napjai szerint.

Farm	1. lakt	2. lakt	3. lakt	4. lakt	5. lakt	6. lakt	total
<b>B</b>	27	58	15	8	4	1	<b>113</b>
<b>H</b>	34	25	7	9	1	2	<b>78</b>
<b>K</b>		19	7	3	1		<b>30</b>
<b>N</b>	9	14	7	2		1	<b>33</b>
<b>NY</b>	7	33	14	1	1		<b>56</b>
Total	<b>77</b>	<b>149</b>	<b>50</b>	<b>23</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b><u>310</u></b>

2. ábra: A laktáció sorszáma szerinti eloszlása a mintázott állatoknak.

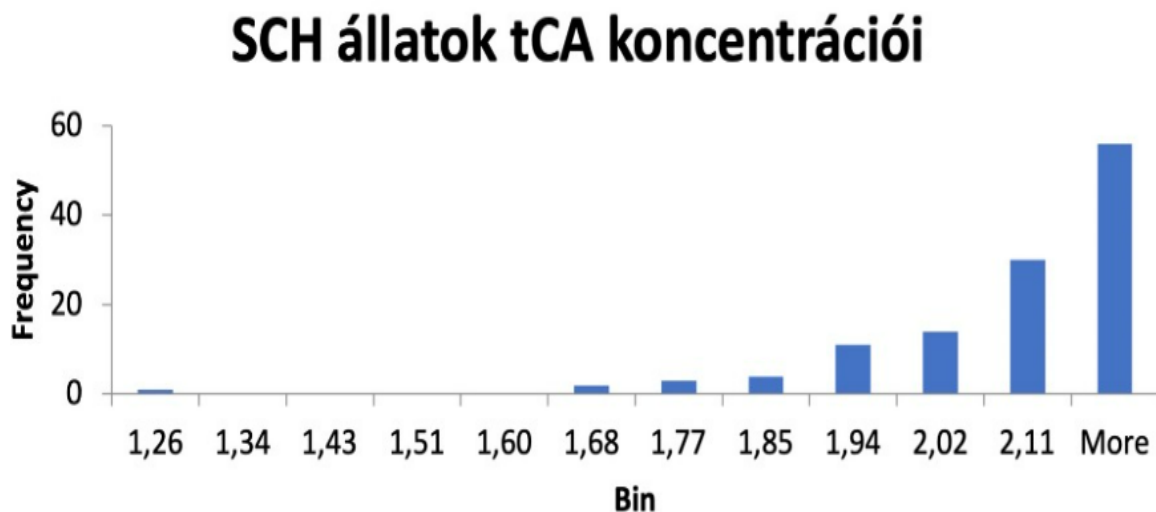
#### 4.3 A minták kezelése és a vizsgált paraméterek meghatározása



## 5. Eredmények

### 5.1 A szubklinikai hipokalcémia előfordulása az állományban

A 2,2-mmol/l-es határértéket alapul véve az állatok 39%-a mutatott szubklinikai hipokalcémiát. Ezek az esetek (n=121) az alábbi koncentrációhatárok között oszlottak meg: 2,1-2,2-mmol/l: n=56 (46,2%), 1,85-2,1-mmol/l: n=59 (48,7%), 1,85 alatt: n=6 (4,9%), azaz a szubklinikai hipokalcémiás esetek 94,9 %-a (n=115) az 1,85 és 2,2-mmol/l közötti koncentrációtartományban volt. Ebben a vizsgálatban a szubklinikai hipokalcémia a vér totál kalciumkoncentrációjának az élettani tartomány alsó határához képest mintegy 20%-os csökkenést jelentett az állományokban.



3. ábra: A szubklinikai hipokalcémiában szenvedő állatok összkalcium koncentrációja

### 5.2 A szubklinikai hipokalcémia előfordulása az egyes laktációs napok szerint

A laktáció 0. és 7. napja között gyűjtött mintákban igen változatos képet mutatott a szubklinikai hipokalcémia előfordulási gyakorisága. A szélső értékek az incidencia terén 11,5 és 54,9 százalék között mozogtak. Az egyes laktációs napokhoz (0., 6., 7.) tartozó alacsony elemszám nem tette lehetővé a részletes statisztikai elemzést. A laktáció első 3 napján 40% alatti incidenciát nem lehetett megállapítani, míg a laktáció 5.-6.-7. napján alacsonyabb volt az előfordulási gyakoriság (a 7. napon bár 45% az előfordulás, a mintaszám mindössze 11 minta).

<b>DIM 0</b>	<b>5/11</b>	<b>45,5%</b>
<b>DIM 1</b>	28/51	54,9%
<b>DIM 2</b>	24/43	55,8%
<b>DIM 3</b>	20/46	40,8%
<b>DIM 4</b>	21/59	35,6%
<b>DIM 5</b>	14/51	27,4%
<b>DIM 6</b>	4/35	11,5%
<b>DIM 7</b>	5/11	45,5%

*1. táblázat: A szubklinikai hipokalcémia előfordulása a laktációs napok szerint*

### 5.3 tCa koncentrációk a laktáció sorszáma szerint

Annak eldöntésére, hogy milyen tényezők okozhatták az egyes laktációs napokon folyamatosan jelen lévő szubklinikai hipokalcémiás állatokat az állományban, adatainkat külön ábrázoltuk egyszer és többször ellett tehének esetében is. Az egyszer ellett állatok (n=77) kalciumkoncentrációit a 4. ábra mutatja. Az ábrán látható, hogy a laktációs naponkénti bontásban vizsgálva az összkalcium koncentrációk átlagait, a vizsgálatban szereplő először ellő tehének nem voltak érintettek a szubklinikai hipokalcémia jelenségében 2,2-mmol/l-es alsó határérték alkalmazásakor.

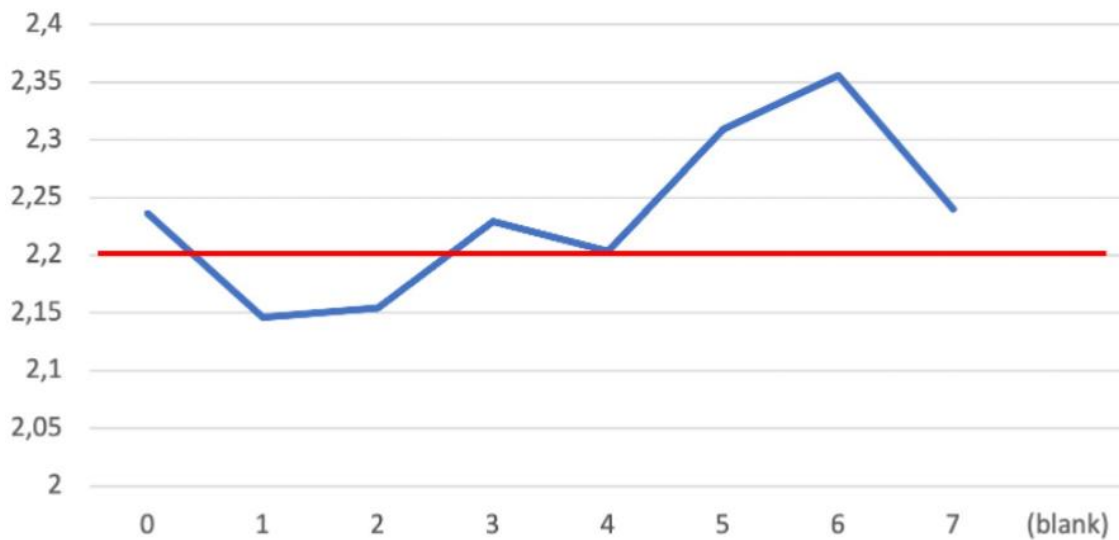
### tCa szérumszintek a laktáció 0-7. napján először ellő állatokban (n=77)



4. ábra: A tCa szérumszintek az először ellő állatokban a laktáció első hetében

Amennyiben külön ábrázoltuk az egynél többedik (2+) laktációjukat teljesítő állatok összkalcium koncentrációit a laktációs napok függvényében, a laktáció 0.-2. napja között találtunk olyan átlagokat, amelyek alacsonyabbak voltak az élettani határérték alsó határánál, valamint a 4. laktációs napon az általunk használt határérték (2,2-mmol/l) alsó határán volt a csoportátlag.

### tCa szérumkoncentrációk a laktáció 0-7. napján második laktációtól (n=233)

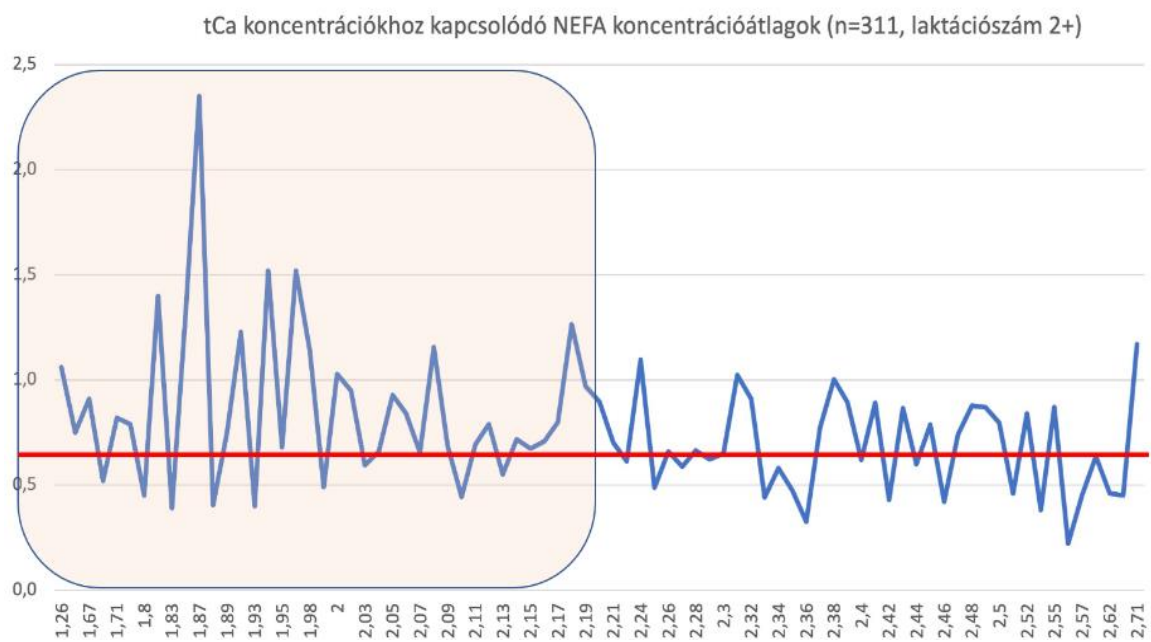


5. ábra: A tCa szérumkoncentrációk a második laktáció első hetében

#### 5.4 tCa koncentrációk összefüggése a zsírbontás mértékével többször ellett állatokban

A tCa koncentrációk és a mért NEFA koncentrációk közötti összefüggések megvilágításához a NEFA koncentrációk esetében a 0,6 mmol/l-es határértéket tekintettük az élettani határ felső értékének. A szérum NEFA koncentrációinak átlagát az egyes tCa koncentrációkhoz tartozóan a. ábra szemlélteti. Az élettani tCa határérték (2,2 mmol/l) alsó határértékéhez, és annál nagyobb tCa koncentrációk esetén a NEFA koncentrációk szinte sehol nem haladják meg az 1-mmol/l-es határértéket, míg a szubklinikai hipokalcémiás eseteknél az egyes NEFA átlagkoncentrációk jelentős része a 1-mmol/l feletti koncentrációtartományban van, 2,4-mmol/l-es szélsőértékkel a NEFA esetében. A teljes populáció állatait összehasonlítva a két vérbiokémiai paraméter tekintetében a Pearson-féle korrelációs koefficiens statisztikai különbséget nem mutatott ( $p > 0,05$ ).





6. ábra: A tCa koncentrációk összefüggése a szírbontás mértékével

## 6. Következtetések, megbeszélés

### 6.1 A szubklinikai hipokalcémia előfordulása és a laktáció befolyásoló hatása

A laktáció első hét napján vizsgáltunk tejtermelő szarvasmarhákat 5 magyarországi gazdaságban. A szérumminták tCa koncentrációinak elemzésével megállapítottuk, hogy az állomány 39%-ban lehetett szubklinikai hipokalcémiát kimutatni, azaz vizsgálatunkban majdnem minden második állat érintett volt a jelenségben. Az egyes koncentrációk vizsgálatával megállapítható volt, hogy a legalacsonyabb koncentráció az érintett állatok közül 1,68 mmol/l volt (az 1,26 mmol/l-es értéket szélső értéknek tekintettük). Azaz az élettani határérték alsó határához képest mintegy 20-25%-os csökkenéssel lehetett jellemezni a szubklinikai hipokalcémia kialakulását. Az 1,68-2,2 mmol/l értéktartományban a mért koncentrációk egyenletes eloszlást mutattak.

Az egyes laktációs napokon végig jelen volt az SCH vizsgálatunkban. Annak ellenére, hogy az újabb irodalmi adatok az ellés utáni 24 vagy maximum 48 órában vett vérmintákat elemeznek, vizsgálatunkban még a laktáció 7. napján is kimutattunk SCH-ban érintett állatokat. Emiatt állományok megítélésekor körültekintéssel kell eljárunk. Az irodalmi adatok szerint -és saját vizsgálatunkban is hasonló eredményre jutottunk- az ún. „adaptációs időszak a laktáció első 3-4 napját jelenti, ezután a szervezet a hipokalcémiás állapotot korigálja a mobilizált kalciumtartalékokkal. Vizsgálatunkban több olyan állat is volt, akik a laktáció 5.-6.-7. napján még mutatták az SCH jeleit.

Vizsgálatunk másik fontos eredménye, hogy sikerült kimutatni laktációs sorszám szerinti bontásban -megfelelő számú minta mellett- a laktáció sorszámának hatását. Az első laktációs állatok esetében -naponkénti bontásban véve a koncentrációátlagokat- nem találtunk érintett állatokat. Azaz egyedileg előfordulhatott csökkent kalciumkoncentráció, de az először ellő állatok csoportja nem mutatta az SCH jelenségét. Ez egyértelműen a többször ellett állatok prevenciójára helyezi a hangsúlyt. Gyakorlati körülmények között ez olyan gazdaságokban tud megvalósulni, ahol az üszők és a tehének előkészítése különbözik, azaz elkülönítetten takarmányozzák őket. A másik lényeges szempont, hogy ezeket az eredményeket olyan állományokban kaptuk, ahol folyamatosan védekeztek az ellési bénulás ellen. Kérdés, hogy anionos sók etetése nélkül milyen eredményeket kaptunk volna.

## 6.2 A kalciumháztartás és a szénhidrátanyagcsere összefüggései

A szénhidrátanyagcsere zavarai az ellés körüli időszakban -hasonlatosan a kalcium anyagcsere zavarához gyakoriak tejtermelő tehenekben. Ugyanúgy hasonlóságot mutat az is, hogy a monitorizálásra használt bioparaméterek (NEFA, béta hidroxilajsav) az ellés pontjától emelkedést mutatnak jelezve ezzel azt, hogy nem tejtermelő állat adaptációja a tejtermeléshez komoly, több szervrendszert érintő metabolikus adaptációt jelent. A két szervrendszer kapcsolata nem teljes mértékben és részleteiben tisztázott. Egyrészt valószínűleg a magasabb NEFA értékek ismerten immunrendszert gyengítő hatása szerepet játszik a hipokalcémia kialakulásában. A zsírbontás egyik oka lehet az ismert peripartális inzulinrezisztencia, valamint a megfelelő inzulinérzékenység mellett a csökkent mennyiségű inzulin termelődése a hasnyálmirigyben is (bár az előbbi jelenség előfordulása gyakoribb). Másrészt a csökkent kalciumszint a vérben az önkéntes szárazanyagfelvétel csökkenését is maga után vonja (12). Az önkéntes szárazanyagfelvétel csökkenése a tranzíciós időszak negatív energiaegyensúlyának és ezen keresztül a zsírbontásnak közvetlen oka. Harmadrészt az SCH jelensége a bendő összehúzódásait csökkenti, ezen keresztül a passzázs idejét növeli. Vizsgálatunkban bár közvetlen korreláció nem volt a mért összkalcium koncentrációk és a NEFA koncentrációk között, az egyes Ca koncentrációkhoz rendelve a NEFA koncentrációátlagokat látható -összhangban az irodalmi adatokkal-, hogy 2,0 mmol/l-es koncentráció alatt emelkedett NEFA koncentrációkat lehetett mérni. A klinikai gyakorlat először ellő állatoknál 0,3 mmol/l, többször ellett állatoknál 0,6 mmol/l a NEFA koncentrációk élettani felső határértéke, egyes irodalmak 1,0 mmol/l-ig „engedik” emelkedni a nem észterifikált zsírsavakat. Esetünkben az SCH-ban érintett állatok esetében mintegy 50%-kal meghaladták a NEFA koncentrációk ezt az emelkedett élettani határértéket is, de a 0,6 mmol/l-es értéknek több, mint kétszeresét mutatják. Mindezek alapján kimutattuk a szénhidrát anyagcsere és a kalciumanyagcsere kapcsolatát kísérleti állatainkban is. Vizsgálatunk ezért rámutat, amennyiben a klinikai gyakorlatban akár az egyik, akár a másik anyagcsere problémáival találkozunk, fel kell készülni a másik szervrendszer egyensúlyának megbomlására és a terápiában ezt is figyelembe kell vennünk.

## 7. Összefoglalás

A tejlő teheneket számos, élettanilag káros hatás éri az ellés körüli időszakban. Az így jelentkező hipokalcémia több lehetséges betegség előkapujául is szolgálhat a szarvasmarhánál. Ennek elkerülése érdekében több módon is igyekeznek az a kalciumot pótolni az állatok szervezetében.

Kísérletünkben hipokalcémiás tehenek összkalcium koncentrációja és az energiahány közötti összefüggéseket vizsgáltuk. Ehhez összesen 310 állatból vettünk vérmintát., az ellést követő első 7 laktációs napon. A vérminták laborba érkezést követően centrifugálásra kerültek és a szérummintákban Olympus AU 480 biokémiai automatával meghatároztuk a tCa és NEFA szintet. Az összkalcium koncentrációk meghatározásához Calcium reagenst, míg a NEFA meghatározásához NEFA FS reagenst használtunk. A mért adatainkat a Microsoft Excel program segítségével elemeztük.

Eredményeinkben megállapítottuk a szubklinikai hipokalcémia mértékét az állományon belül, valamint vizsgáltuk a laktáció sorszámának hatását a szubklinikai hipokalcémia előfordulására, és megállapítottuk, hogy vizsgálatunkban első laktációs állatokban nem kellett jelentős mértékben számolni a jelenség előfordulásával. A szénhidrátanyagcsere összefüggését is vizsgáltuk. Eredményeinkben, hasonlóan a nemzetközi adatokhoz megállapítottuk, hogy 2 mmol/l-es kalcium szérumkoncentráció alatt a szérum NEFA koncentrációi az 1-2,5 mmol/l szérumkoncentráció tartományban voltak, azaz a szénhidrátanyagcserében a katabolikus folyamatok domináltak.

## **8. Summary**

Dairy cows suffer from a number of physiologically damaging effects around calving. The resulting hypocalcaemia can be a precursor to several possible diseases in cattle. To avoid this, several methods are used to supplement the calcium in the animals' bodies.

In our experiment we investigated the relationship between total calcium concentrations and energy deficiency in hypocalcaemic cows. Blood samples were taken from 310 animals during the first 7 days of lactation after calving. After arrival at the laboratory, the blood samples were centrifuged and the serum samples were analysed for tCa and NEFA levels using an Olympus AU 480 biochemical automatic analyser. Calcium reagent was used to determine total calcium concentrations and NEFA was determined using NEFA FS reagent. The measured data were analysed by using the Microsoft Excel program.

In our results, we determined the extent of subclinical hypocalcemia in the herd and investigated the effect of the number of lactation series on the occurrence of subclinical hypocalcemia, and found that in our study, the occurrence of this phenomenon was not significantly expected in first lactation animals. We also investigated the association of carbohydrate metabolism. In our results, similar to international data, we found that below a serum calcium concentration of 2 mmol/l, serum NEFA concentrations were in the range of 1-2.5 mmol/l serum concentrations, i.e., catabolic processes dominated carbohydrate metabolism.

## **9. Köszönetnyilvánítás**

Ezúton szeretnék köszönetet mondani a témavezetőmnek Dr. Szelényi Zoltánnak, aki a diplomamunkám megírásához szükséges mérések elvégzéséhez lehetőséget biztosított, minden felmerülő kérdésemre gyorsan válaszolt, a szakdolgozatom elkészítése közben jelentkező problémákra is segített megoldást találni.

Köszönettel tartozom az 5 tejtermelő tehenészet minden dolgozójának, akik folyamatosan segítettek a munkámat a mintavételezéskor.

Ezen kívül hálával tartozom szüleimnek, a barátomnak, az egész családomnak, valamint a barátaimnak is, akik végig támogattak az egyetem elvégzésében és mellettem álltak mind jobb, mind nehezebb napjaimon is.

## 10. Irodalomjegyzék

1. Seifi HA, Kia S (2017) Subclinical Hypocalcemia in Dairy Cows: Pathophysiology, Consequences and Monitoring. *Iran J Vet Sci Technol* 9:1–15.  
<https://doi.org/10.22067/veterinary.v9i2.69198>
2. Urbányi L (1951) Adatok a növekvő borjú, a vemhes, valamint a tejelő tehén abszolút és tényleges ásványi anyagszükségletéhez. *Magy Állatorvosok Lapja* 6:308–316
3. Pethes G, Duduk V, Kakuk T (1961) A plazma kalcium- és anorganikus foszfor-szintjének alakulása egyoldalú szilázsetetés során növendékmarhában. *Magy Állatorvosok Lapja* 16:3–6
4. Landy L (1962) Az ellési bénulás szubklinikai esetének gyógyítása. *Magy Állatorvosok Lapja* 17:187
5. Domán I (1967) A szarvasmarhák “görcsösségének” oktanáról és gyógykezeléséről. *Magy Állatorvosok Lapja* 22:43–44
6. Muraközy J (1976) Az ellési bénulás gyógykezeléséről. *Magy Állatorvosok Lapja* 31:72
7. Serrenho RC, DeVries TJ, Duffield TF, LeBlanc SJ (2021) Graduate Student Literature Review: What do we know about the effects of clinical and subclinical hypocalcemia on health and performance of dairy cows? *J Dairy Sci* 104:6304–6326.  
<https://doi.org/10.3168/jds.2020-19371>
8. Jawor PE, Huzzey JM, LeBlanc SJ, von Keyserlingk MAG (2012) Associations of subclinical hypocalcemia at calving with milk yield, and feeding, drinking, and standing behaviors around parturition in Holstein cows. *J Dairy Sci* 95:1240–1248.  
<https://doi.org/10.3168/jds.2011-4586>
9. Chamberlin WG, Middleton JR, Spain JN, Johnson GC, Eilersieck MR, Pithua P (2013) Subclinical hypocalcemia, plasma biochemical parameters, lipid metabolism, postpartum disease, and fertility in postparturient dairy cows. *J Dairy Sci* 96:7001–7013.  
<https://doi.org/10.3168/jds.2013-6901>
10. Goff JP, Liesegang A, Horst RL (2014) Diet-induced pseudohypoparathyroidism: A hypocalcemia and milk fever risk factor. *J Dairy Sci* 97:1520–1528.  
<https://doi.org/10.3168/jds.2013-7467>
11. Heppelmann M, Krach K, Krueger L, Benz P, Herzog K, Piechotta M, Hoedemaker M, Bollwein H (2015) The effect of metritis and subclinical hypocalcemia on uterine involution in dairy cows evaluated by sonomicrometry. *J Reprod Dev adypub*:2015–015.  
<https://doi.org/10.1262/jrd.2015-015>
12. Rodríguez EM, Arís A, Bach A (2017) Associations between subclinical hypocalcemia and postparturient diseases in dairy cows. *J Dairy Sci* 100:7427–7434.  
<https://doi.org/10.3168/jds.2016-12210>

13. Venjakob PL, Borchardt S, Heuwieser W (2017) Hypocalcemia—Cow-level prevalence and preventive strategies in German dairy herds. *J Dairy Sci* 100:9258–9266.  
<https://doi.org/10.3168/jds.2016-12494>
14. Tsiamadis V, Panousis N, Siachos N, Gelasakis AI, Banos G, Kougioumtzis A, Arsenos G, Valergakis GE (2021) Subclinical hypocalcaemia follows specific time-related and severity patterns in post-partum Holstein cows. *Animal* 15:100017.  
<https://doi.org/10.1016/j.animal.2020.100017>
15. Reinhardt TA, Lippolis JD, McCluskey BJ, Goff JP, Horst RL (2011) Prevalence of subclinical hypocalcemia in dairy herds. *Vet J* 188:122–124.  
<https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2010.03.025>



## **11. Nyilatkozatok**

HuVetA  
ELHELYEZÉSI MEGÁLLAPODÁS ÉS SZERZŐI JOGI NYILATKOZAT\*

Név: KATONA REKA  
Elérhetőség (e-mail cím): KATONA.REKA.0526@GMAIL.COM  
A feltöltendő mű címe: A SZUBKLINIKAI HIPOKALCÉMIA ÉS AZ ENERGIÁHIÁNY  
ÖSSZEFÜGGÉSE MAGYARORSZÁGI TESTTERMELO TEHÉNÉSZEK BEN  
A mű megjelenési adatai: DIPLOMAMUNKA 2022  
Az átadott fájlok száma: 1.D.B

---

Jelen megállapodás elfogadásával a szerző, illetve a szerzői jogok tulajdonosa nem kizárólagos jogot biztosít a HuVetA számára, hogy archiválja (a tartalom megváltoztatása nélkül, a megőrzés és a hozzáférhetőség biztosításának érdekében) és másolásvédett PDF formára konvertálja és szolgáltatassa a fenti dokumentumot (beleértve annak kivonatát is).

Beleegyezik, hogy a HuVetA egynél több (csak a HuVetA adminisztrátorai számára hozzáférhető) másolatot tároljon az Ön által átadott dokumentumból kizárólag biztonsági, visszaállítási és megőrzési célból.

Kijelenti, hogy az átadott dokumentum az Ön műve, és/vagy jogosult biztosítani a megállapodásban foglalt rendelkezéseket arra vonatkozóan. Kijelenti továbbá, hogy a mű eredeti és legjobb tudomása szerint nem sérti vele senki más szerzői jogát. Amennyiben a mű tartalmaz olyan anyagot, melyre nézve nem Ön birtokolja a szerzői jogokat, fel kell tüntetnie, hogy korlátlan engedélyt kapott a szerzői jog tulajdonosától arra, hogy engedélyezhesse a jelen megállapodásban szereplő jogokat, és a harmadik személy által birtokolt anyagrész mellett egyértelműen fel van tüntetve az eredeti szerző neve a művön belül.

A szerzői jogok tulajdonosa a hozzáférés körét az alábbiakban határozza meg **(egyetlen, a megfelelő négyzetben elhelyezett x jellel)**:

- engedélyezi, hogy a HuVetA-ban -ban tárolt művek korlátlanul hozzáférhetővé váljanak a világhálón,
- az Állatorvostudományi Egyetem belső hálózatára (IP címeire) korlátozza a feltöltött dokumentum(ok) elérését,
- a Könyvtárban található, dedikált elérést biztosító számítógépre korlátozza a feltöltött dokumentum(ok) elérését,
- csak a dokumentum bibliográfiai adatainak és tartalmi kivonatának feltöltéséhez járul hozzá (korlátlan hozzáféréssel),

Kérjük, nyilatkozzon a négyzetben elhelyezett jellel a helyben használatról is:

Engedélyezem a dokumentum(ok) nyomtatott változatának helyben olvasását a könyvtárban.

Amennyiben a feltöltés alapját olyan mű képezi, melyet valamely cég vagy szervezet támogatott illetve szponzorált, kijelenti, hogy jogosult egyetérteni jelen megállapodással a műre vonatkozóan.

A HuVetA üzemeltetői a szerző, illetve a jogokat gyakorló személyek és szervezetek irányában nem vállalnak semmilyen felelősséget annak jogi orvoslására, ha valamely felhasználó a HuVetA-ban engedéllyel elhelyezett anyaggal törvénytörtő módon visszaélne.

Budapest, 2022. év ...11.....hó ...17.....nap

Katona Reka

aláírás

szerző/a szerzői jog tulajdonosa

---

*A HuVetAMagyar Állatorvos-tudományi Archívum – Hungarian Veterinary Archive az Állatorvostudományi Egyetem Hutjra Ferenc Könyvtár, Levéltár és Múzeum által működtetett egyetemi és szakterületi online adattár, melynek célja, hogy a magyar állatorvos-tudomány és -történet dokumentumait, tudásvagyonát elektronikus formában összegyűjtse, rendszerezze, megőrizze, kereshetővé és hozzáférhetővé tegye, szolgáltassa, a hatályos jogi szabályozások figyelembe vételével.*

*A HuVetA a korszerű informatikai lehetőségek felhasználásával biztosítja a könnyű, (internetes keresőgépekkel is működő) kereshetőséget és lehetőség szerint a teljes szöveg azonnali elérését. Célja ezek révén*

- *a magyar állatorvos-tudomány hazai és nemzetközi ismertségének növelése;*
- *a magyar állatorvosok publikációira történő hivatkozások számának, és ezen keresztül a hazai állatorvosi folyóiratok impakt faktorának növelése;*
- *az Állatorvostudományi Egyetem és az együttműködő partnerek tudásvagyonának koncentrált megjelenítése révén az intézmények és a hazai állatorvos-tudomány tekintélyének és versenyképességének növelése;*
- *a szakmai kapcsolatok és együttműködés elősegítése,*
- *a nyílt hozzáférés támogatása.*