

Kojení a jeho vliv na mikrobiom u zralých novorozenců

Natálie Němcová

Bakalářská práce
2025



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta humanitních studií

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta humanitních studií

Ústav zdravotnických věd

Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Natálie Němcová
Osobní číslo:	H22046
Studijní program:	B0913P360017 Porodní asistence
Forma studia:	Prezenční
Téma práce:	Kojení a jeho vliv na mikrobiom u zralých novorozenců

Zásady pro vypracování

Rešerše literatury.
Vymezení pojmů a teoretických východisek v oblasti kojení a jeho vlivu na mikrobiom u zralých novorozenců.
Příprava metodiky přehledové studie.
Formulace kritérií pro výběr dokumentů k přehledové studii.
Realizace rešerše dokumentů k cíli přehledové studie.
Zpracování, vyhodnocení a interpretace získaných informací.
Prezentace výsledků přehledové studie, jejich shrnutí a návrh doporučení pro praxi.

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

BOUDRY, Gaëlle; CHARTON, Elise; LE HUEROU-LURON, Isabell; FERRET-BERNARD, Stéphanie; LE GALL, Sophie et al. The Relationship Between Breast Milk Components and the Infant Gut Microbiota. Online. *Frontiers in Nutrition*. 2021, vol. 8. PMID 33829032. Dostupné z: <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.629740>. [cit. 2024-10-30].

GRECH, Allison; COLLINS, Clare E; HOLMES, Andrew; LAL, Ravin; DUNCANSON, Kerith et al. Maternal exposures and the infant gut microbiome: a systematic review with meta-analysis. Online. *Gut Microbes*. 2021, vol. 13, no. 1. PMID 33978558. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/19490976.2021.1897210>. [cit. 2024-10-30].

LUKÁŠ, Karel a HOCH, Jiří. *Nemoci střev*. Praha: Grada, 2018. ISBN 9788027103539. [cit. 2024-10-30].

MILANI, Christian; DURANTI, Sabrina; BOTTACINI, Francesca; CASEY, Eoghan; TURRONI, Francesca et al. The First Microbial Colonizers of the Human Gut: Composition, Activities, and Health Implications of the Infant Gut Microbiota. Online. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. 2017, vol. 81, no. 4, s. e00036-17. PMID 29118049. Dostupné z: <https://doi.org/10.1128/MMBR.00036-17>. [cit. 2024-10-30].

PROCHÁZKOVÁ, Dagmar; KAPOUNOVÁ, Zlata; BEZDĚKOVÁ, Denisa; DOBROVOLNÁ, Julie; DOLEŽEL, Zdeněk et al. *Výživa dětí*. Brno: MedMuni, 2021. ISBN 978-80-210-9846-6. [cit. 2024-10-30].

Vedoucí bakalářské práce: **Mgr. Lenka Vrlová**
Ústav zdravotnických věd

Datum zadání bakalářské práce: **4. listopadu 2024**
Termín odevzdání bakalářské práce: **30. května 2025**

L.S.

Mgr. Libor Marek, Ph.D.
děkan

Mgr. Věra Vránová, Ph.D.
ředitelka ústavu

Ve Zlíně dne 9. ledna 2025

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění bez ohledu na výsledek obhajoby;
- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- jedno vyhotovení bakalářské práce v listinné podobě bude ponecháno Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně k uložení;
- na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – bakalářskou práci – nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá; neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji, že

- jsem na bakalářské práci pracoval(a) samostatně a použitou literaturu jsem řádně citoval(a); v případě publikace výsledků budu uveden(a) jako spoluautor;
- odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne

.....
podpis autora

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá vlivem kojení na mikrobiom u zralých novorozenců. Hlavním cílem práce je popsat, jaký vliv má mateřské mléko na vývoj střevního mikrobiomu u zralých novorozenců. Dále se práce věnuje vzniku a vývoji mikrobiomu a faktorům, které jej ovlivňují. Nedílnou součástí je i analýza významné role porodní asistentky, která svou podporou a edukací matek přispívá k úspěšnému zahájení a udržení kojení. Pro vypracování práce byla zvolena forma přehledové bakalářské práce.

Klíčová slova: kojení, vliv kojení, mateřské mléko, kojenec, střevní mikrobiom

ABSTRACT

The bachelor's thesis focuses on the influence of breastfeeding on the microbiome of full-term newborns. The main aim of the thesis is to describe the impact of breast milk on the development of the gut microbiome in full-term newborns. The thesis also addresses the origin and development of the microbiome, as well as factors that influence it. An integral part of the work is the analysis of the important role of the midwife, who contributes to the successful initiation and maintenance of breastfeeding through her support and education of mothers. A literature review was chosen as the form for this thesis.

Keywords: breastfeeding, impact of breastfeeding, breast milk, infant, infant microbiome

Děkuji Mgr. Lence Vrlové za odborné vedení mé bakalářské práce, její ochotu, cenné rady a věnovaný čas. Dále bych ráda poděkovala své rodině a příteli za podporu nejen při psaní bakalářské práce, ale i v průběhu celého studia.

OBSAH

ÚVOD.....	11
1 METODIKA PRÁCE.....	12
2 KOJENÍ.....	15
2.1 VÝZNAM KOJENÍ.....	15
2.2 ANATOMIE PRSU A MLÉČNÉ ŽLÁZY.....	16
2.3 LAKTACE A LAKTOGENEZE.....	17
2.4 MATEŘSKÉ MLÉKO	19
3 STŘEVNÍ MIKROBIOM ZRALÉHO NOVOROZENCE.....	22
3.1 VZNIK A VÝVOJ STŘEVNÍHO MIKROBIOMU NOVOROZENCE	22
3.2 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ STŘEVNÍ MIKROBIOM NOVOROZENCE	25
3.3 VÝZNAM STŘEVNÍ MIKROBIOTY PRO ZDRAVÍ NOVOROZENCE	33
4 VLIV KOJENÍ NA STŘEVNÍ MIKROBIOM ZRALÉHO NOVOROZENCE	35
4.1 VÝZNAM KOJENÍ PRO MIKROBIÁLNÍ OSÍDLENÍ STŘEVA	35
4.2 ROLE BIOAKTIVNÍCH SLOŽEK MATEŘSKÉHO MLÉKA V MODULACI STŘEVNÍHO MIKROBIOMU	36
4.3 ZDRAVOTNÍ BENEFITY KOJENÍ ZPROSTŘEDKOVANÉ STŘEVNÍ MIKROBIOTOU	38
5 ROLE PORODNÍ ASISTENTKY V PODPOŘE KOJENÍ	39
5.1 EDUKACE A PODPORA PORODNÍ ASISTENTKOU	39
5.2 EDUKACE O KOJENÍ BĚHEM TĚHOTENSTVÍ	39
5.3 PODPORA KOJENÍ PO PORODU A V RANÉM POPORODNÍM OBDOBÍ	40
5.4 DLOUHODOBÉ UDRŽENÍ KOJENÍ V OBDOBÍ ŠESTINEDĚLÍ.....	41
ZÁVĚR	42
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	44
SEZNAM POUŽITÝCH INTERNETOVÝCH ZDROJŮ	45
SEZNAM OBRÁZKŮ	51
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	52

ÚVOD

Kojení je přirozeným a biologicky nejvýhodnějším způsobem výživy novorozenců. Význam kojení je v současnosti vnímán nejen z hlediska výživy, ale také jako klíčový faktor ovlivňující zdraví dítěte v krátkodobém i dlouhodobém horizontu. Jedna z oblastí, která je v této souvislosti zkoumána, je vliv kojení na vývoj střevního mikrobiomu.

Hlavním cílem bakalářské práce je popsat, jaký vliv má mateřské mléko na vývoj střevního mikrobiomu u zralých novorozenců.

První část bakalářské práce se věnuje kojení jako přirozené formě výživy. Obsahuje stručný přehled anatomie prsu a mléčné žlázy, popisuje proces laktace a laktogeneze a zaměřuje se na složení mateřského mléka, zejména na jeho bioaktivní složky, jako jsou lidské mléčné oligosacharidy, imunoglobuliny, vitamíny a další látky.

Práce se také zaměřuje na vznik, vývoj a funkci střevního mikrobiomu novorozence. Pozornost je věnována hlavním faktorům, které mohou ovlivnit složení střevní mikrobioty, jako jsou způsob porodu, podávání antibiotik, typ výživy či případná suplementace probiotiky.

Práce se podrobněji věnuje vlivu kojení na střevní mikrobiom zralého novorozence. Zabývá se účinky jednotlivých složek mateřského mléka na mikrobiální osídlení střeva a popisuje, jak tyto látky napomáhají kolonizaci prospěšnými bakteriemi, modulaci imunitní odpovědi a udržení rovnováhy střevní mikrobioty. Zahrnut je také přehled zdravotních přínosů, které vyplývají z působení mateřského mléka na střevní mikrobiom kojence.

Závěrečná část bakalářské práce se věnuje roli porodní asistentky v podpoře kojení. Popisuje možnosti edukace těhotných žen a matek v šestinedělí a zdůrazňuje význam kontinuální podpory při zahájení a udržení kojení. Poukazuje na to, že porodní asistentka může významně přispět ke správné výživě dítěte a tím i k pozitivnímu ovlivnění vývoje střevního mikrobiomu.

1 METODIKA PRÁCE

Cíle práce

Hlavním cílem bakalářské práce je popsat, jaký vliv má mateřské mléko na vývoj střevního mikrobiomu u zralých novorozenců.

Dílčí cíle

1. Dílčí cíl: Vyhledat a analyzovat dostupné informace o významu kojení, složení mateřského mléka a jeho bioaktivních složkách.
2. Dílčí cíl: Vyhledat a analyzovat dostupné informace o vzniku, vývoji a funkci střevního mikrobiomu novorozence a faktorech, které ho ovlivňují.
3. Dílčí cíl: Vyhledat a analyzovat dostupné informace o roli porodní asistentky v podpoře kojení a edukaci žen.

Popis rešeršní strategie

Veškerá rešeršní činnost probíhala v letech 2024/2025. Při vyhledávání zdrojů byly využity odborné databáze PubMed, ScienceDirect, Scopus. V rámci rešerše bylo nejprve identifikováno 262 relevantních článků. Následně byly odstraněny duplicity a postupně byly hodnoceny názvy, abstrakty a úplné texty jednotlivých studií s cílem vybrat ty, které nejlépe odpovídají zaměření práce. Na základě stanovení hlavního cíle a dílčích cílů byly pro potřeby bakalářské práce zařazeny především odborné články a studie, které se zabývají vlivem kojení na vývoj střevního mikrobiomu u zralých novorozenců. Po vyřazení duplicit a nevhodných publikací bylo vybráno 40 zdrojů. Pro vypracování přehledové práce bylo tedy použito 38 článků a 2 odborné knihy.

Primární hesla pro přípravu rešeršní strategie česky/anglicky dle PICO:

P = participant: zralí novorozenci/full-term infants

I = intervence: mateřské mléko/ breast milk

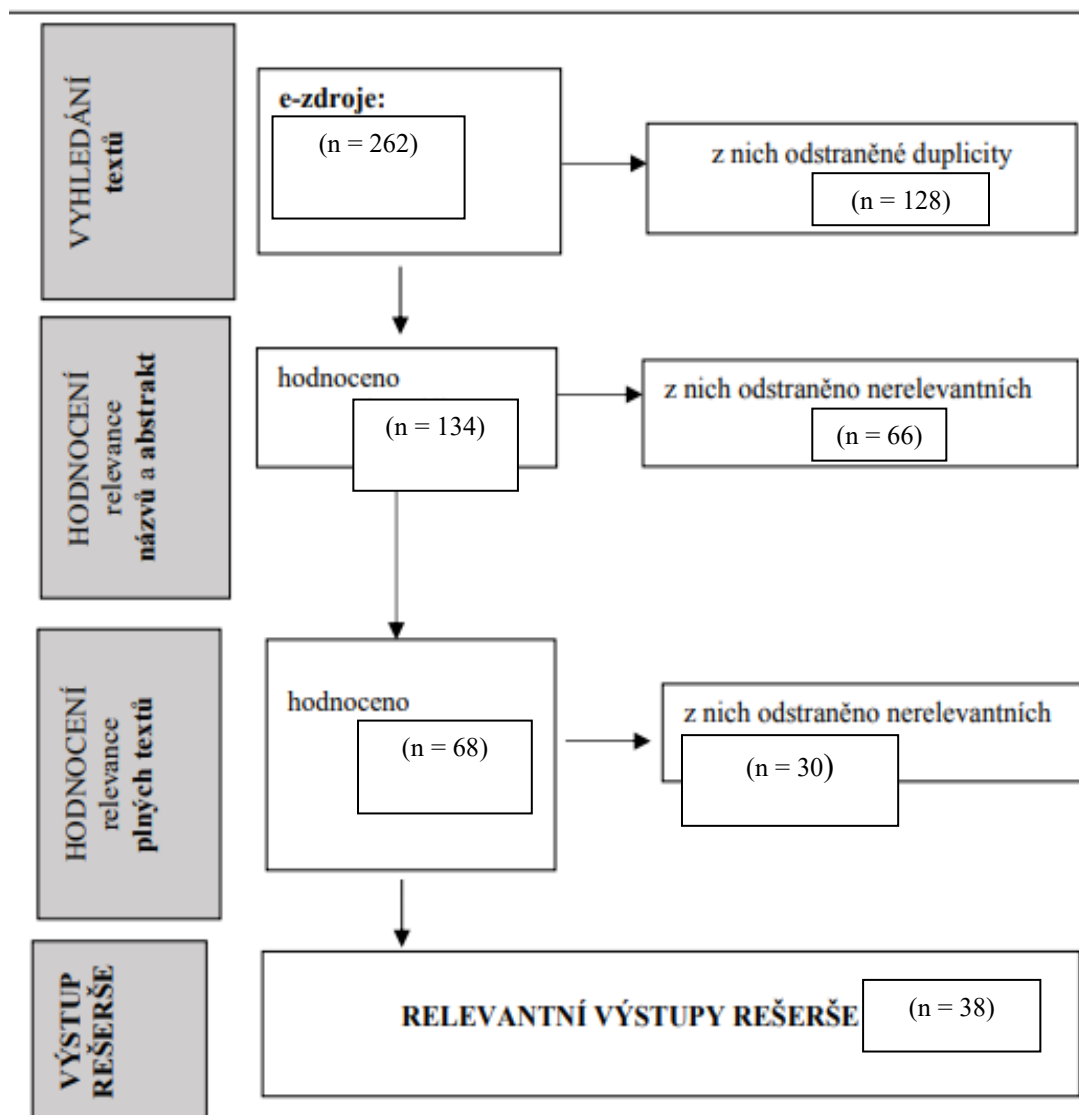
C = comparision:

O = vývoj a složení střevního mikrobiomu/development and composition of the gut microbiome

Dále byla vymezena kritéria při vyhledávání odborných článků a literatury:

- při vyhledávání byly zahrnuty jak české, tak zahraniční odborné zdroje
- byly vyhledávány odborné zdroje, které byly publikovány v posledních 10 letech
- při rešerši byla použita klíčová slova v českém i anglickém jazyce (kojení, vliv kojení, mateřské mléko, kojenec, střevní mikrobiom/breastfeeding, impact of breastfeeding, breast milk, infant, infant microbiome)
- vyhledávání odborných článků probíhalo v ověřených a odborných databázích
- byly preferovány relevantní odborné publikace – monografie, systematické přehledové studie a vědecké články

Vývojový diagram cílené rešeršní strategie – PRISMA



Obrázek 1 Vývojový diagram – PRISMA

2 KOJENÍ

První kapitola bakalářské práce si klade za cíl představit kojení jako klíčový biologický a sociální proces, který má zásadní význam pro zdravý vývoj novorozence. V této části bude popsán jeho význam z hlediska zdraví dítěte, anatomické a fyziologické předpoklady pro tvorbu mléka a samotný proces laktace a laktogeneze. Samostatná pozornost bude věnována mateřskému mléku, jeho jedinečnému složení a přínosu pro vývoj dítěte.

2.1 Význam kojení

Kojení je definováno nejen jako přirozený způsob výživy kojence, ale také jako komplexní biologický proces, který zahrnuje vzájemnou interakci mezi matkou a dítětem. Již od narození jsou matka i novorozenec fyziologicky i reflexně připraveni na zahájení kojení. Světová zdravotnická organizace (World Health Organization, WHO) a Dětský fond Organizace spojených národů (United Nations Children's Fund, UNICEF) doporučují zahájit kojení co nejdříve, ideálně do jedné hodiny po porodu (WHO, 2023).

Bezprostřední kontakt kůže na kůži po porodu a uvolňování hormonů, zejména oxytocinu a prolaktinu, hrají zásadní roli při navazování a posilování rané citové vazby mezi matkou a dítětem. Proces sání mateřského mléka stimuluje rozvoj senzoricko-motorických schopností dítěte, neboť zapojuje více smyslů současně – chuť, čich, hmat a motoriku. Chuť mateřského mléka, která se proměňuje v závislosti na stravě matky, rovněž přispívá k utváření raných chuťových preferencí dítěte. Z tohoto pohledu přesahuje význam kojení rámec pouhého uspokojení nutričních potřeb novorozence. Kojení má zásadní vliv na psychosociální a senzorický vývoj dítěte a přináší řadu benefitů také pro zdraví matky. Studie potvrzují, že kojení pozitivně ovlivňuje zdravotní stav obou zúčastněných nejen v raném věku dítěte, ale i v dlouhodobém horizontu. Podpora kojení a jeho udržení po doporučenou dobu přispívá ke snižování nemocnosti a úmrtnosti kojenců, a má rovněž preventivní účinky proti vzniku některých onemocnění v dospělosti. Výhradní kojení se doporučuje po dobu prvních šesti měsíců života dítěte. Kolem šestého měsíce věku by měla být zavedena nutričně vhodná a bezpečně doplňková strava, přičemž by se mělo pokračovat v kojení až do dvou let věku dítěte i déle (Rouw et al., 2018; WHO, 2023).

Kojení je tedy komplexní biologický, psychologický a sociální proces, jehož význam dalece přesahuje oblast výživy. Představuje klíčový faktor ve formování zdravého vývoje dítěte a ve vytváření silného pouta mezi matkou a jejím dítětem (Rouw et al., 2018).

V rámci významu kojení je zásadní zdůraznit přínosy mateřského mléka, které jsou podrobně popsány v rozsáhlé studii autorů Victora et al. (2016), publikované v prestižním časopise Lancet. Tato práce poukazuje na nezastupitelnou roli kojení zejména v prvních šesti měsících života dítěte. Statistiky z nízkopříjmových a středněpříjmových zemí alarmujícím způsobem ukazují, že je výhradně kojeno pouze 37 % kojenců mladších šesti měsíců. Přitom studie jednoznačně prokázala, že výhradní kojení v tomto raném období má markantní protektivní efekt proti úmrtnosti. Taktéž bylo zjištěno, že výhradně kojení novorozenci mají pouze 12 % riziko úmrtí v porovnání s těmi, kteří mateřské mléko nedostávali. Metaanalýzy naznačují, že jakékoli kojení je spojeno s významným, až 36 % snížením rizika syndromu náhlého úmrtí kojence. Studie rovněž prokázala, že kojení poskytuje zásadní ochranu před běžnými infekcemi kojeneckého věku, jako jsou průjemová a respirační onemocnění, a to především v prvních měsících po narození. Navzdory širokému povědomí o doporučeních WHO, je pouze polovina novorozenců přiložena k prsu matky do jedné hodiny po porodu. Závěrem je důležité zdůraznit, že mateřské mléko představuje pro novorozence vysoce specifickou a personalizovanou formu výživy, která má prokazatelný vliv na formování jejich střevního mikrobiomu a rozvoj imunitního systému (Victora et al., 2016).

2.2 Anatomie prsu a mléčné žlázy

Ženský prs je tvořen dvěma hlavními složkami – mléčnou žlázou (*glandula mammaria*) a tukovou tkání. Mléčná žláza, která je považována za největší kožní žlázu v lidském těle, je tvořena 15–20 laloky (*lobi glandulae mammariae*), z nichž každý má samostatný vývod v podobě mlékovodu (*ductus lactiferus*). Tyto laloky jsou uspořádány do terčovitého tělesa (*corpus mammae*), které je uloženo před svaelem *pectoralis major* a je zepředu kryté kůží (Hájek et al., 2014).

Žlázové laloky jsou během těhotenství postupně aktivovány, přičemž alveolární část se plně rozvíjí až v jeho průběhu. Prsní tkáň vybíhá do podpaží ve formě axilárního výběžku (*processus axillaris*). Kolem žlázy se nachází tuková tkáň, jejíž množství ovlivňuje velikost prsu, nikoliv však funkční kapacitu mléčné žlázy. Tuková tkáň se rozděluje na přední

(premamární) a zadní (retromamární) vrstvu – ta druhá odděluje žlázu od hrudní stěny a může v době kojení vytvářet dutinu zvanou retromamární burza (Hájek et al., 2014).

Plně vyvinutý prs dospělé ženy se nachází mezi 2.– 6. žebrem a sahá od parasternální linie až po přední axilární čáru. Tvar a velikost prsu se liší v závislosti na věku, počtu těhotenství, tělesné stavbě a etnické příslušnosti. Průměrná velikost prsu je asi 12 centimetrů na šířku a 11 centimetrů na výšku, s hmotností kolem 150 gramů. Během těhotenství a laktace se může zvýšit až na 500–900 gramů (Hájek et al., 2014).

Centrálním bodem prsu je prsní bradavka (papilla mammae), která je obklopena dvorcem (areola mammae) o průměru 3–5 centimetrů. Kůže v této oblasti obsahuje mazové a apokrinní žlázy (glandulae areolares mammae), jejichž sekret chrání dvorcovou oblast během kojení. Povrch bradavky je rozbrázděn otvory mlékovodů, kterých je 15–20 a jsou patrné zejména během laktace. Bradavka i dvorec mají erektální schopnost, což je umožněno přítomností hladké svaloviny, která má funkční význam při sání (Hájek et al., 2014).

Funkčně se mléčná žláza začíná rozvíjet až v těhotenství, kdy pod vlivem hormonů dochází k její přípravě na sekreci mléka. K prvnímu vylučování kolostra (mleziva) dochází na konci těhotenství, přičemž plná laktace nastupuje v prvních dnech po porodu. Po ukončení kojení dochází k involuci žlázy a jejímu návratu do klidového stavu (Hájek et al., 2014).

2.3 Laktace a laktogeneze

Laktace je termín, který souhrnně označuje produkci mateřského mléka z mléčné žlázy. Tento komplexní proces zahrnuje syntézu mateřského mléka laktocyty, což jsou buňky mléčné žlázy umístěné v alveolách mléčné žlázy, a jeho následné uvolňování do mlékovodů. K zahájení a udržení laktace je nezbytná koordinovaná činnost hormonů, především prolaktinu a oxytocinu. Oxytocin se tvoří v zadní části hypothalamu, zatímco prolaktin vzniká v předním laloku hypofýzy. Oba hormony jsou následně uvolňovány z hypofýzy (Pados a Camp, 2024; Roztočil et al., 2017).

Oxytocin způsobuje kontrakci myoepiteliálních buněk obklopujících alveoly, což vede k vypuzení mléka do mlékovodů – tento jev je známý jako mléčný reflex (letdown). Stejně jako prolaktin, i oxytocin se uvolňuje při stimulaci bradavek, ale také v reakci na příjemný dotek, slyšení pláče dítěte nebo pohled na něj (Pados a Camp, 2024).

Prolaktin stimuluje laktocyty k produkci mléka, jehož sekrece je vyvolána stimulací bradavek sáním dítěte. Čím častější a intenzivnější je stimulace bradavek, tím více prolaktinu se uvolňuje (Pados a Camp, 2024).

Laktogeneze představuje proces zahájení produkce mateřského mléka v mléčné žláze. Ačkoli se mléčná žláza vyvíjí postupně během fetálního života a puberty, k její kompletní přípravě na sekreci mateřského mléka dochází až během těhotenství. Tento proces se dělí do dvou hlavních stádií: laktogeneze I a laktogeneze II (Farah et al., 2021; Pados a Camp, 2024).

Laktogeneze I neboli sekreční diferenciaci, začíná přibližně kolem 20. týdne těhotenství a trvá až do druhého nebo třetího dne po porodu, kdy jsou laktocyty schopné produkovat malé množství mateřského mléka. Nicméně vysoké hladiny těhotenských hormonů estrogenu a progesteronu brání vydatné produkci mléka tím, že blokují působení prolaktinu na laktocyty. Ve druhé polovině těhotenství se začíná tvořit kolostrum, první mléko bohaté na imunologické faktory. Během této fáze dochází k přípravě sekrečních buněk (Farah et al., 2021; Pados a Camp, 2024).

Laktogeneze II neboli sekreční aktivace, je řízena endokrinním systémem a je charakterizována nástupem vydatné sekrece mléka. Klíčovým spouštěčem této fáze je rapidní pokles hladiny progesteronu po porodu placenty, což stimuluje přední hypofýzu k sekreci prolaktinu, který iniciuje sekreci mléka. Tento hormonální posun je zásadní pro aktivaci laktocytů k intenzivní syntéze mléka. Obvykle nastává mezi 30.–72. hodinou po porodu. Je proto klíčové si uvědomit, že primárním spouštěčem laktogeneze II je právě porod placenty, nikoli samotné narození dítěte. Ženy v prvních dnech po porodu často vnímají pocit plnosti prsou, což je známkou iniciace sekreční aktivace (Farah et al., 2021; Pados a Camp, 2024).

Následuje fáze galaktogeneze, tedy udržování laktace, která začíná přibližně devátý den po porodu. Tato fáze je řízena autokrinním mechanismem, závislým na pravidelném vyprazdňování prsů. Nedostatečná stimulace v podobě sání novorozence nebo odsávání mléka vede ke snížení jeho syntézy. Přibližně dva týdny po porodu se produkce mateřského mléka stabilizuje a je nadále regulována především poptávkou dítěte. Pokud mléko zůstává v prsu příliš dlouho, dochází k negativní zpětné vazbě prostřednictvím proteinu nazývaného zpětnovazebný inhibitor laktace (Feedback Inhibitor of Lactation, FIL). Je to protein, který působí lokálně v prsní tkáni a hraje klíčovou roli v autoregulaci tvorby mateřského mléka. Při delším setrvání mléka v alveolách dochází k jeho hromadění, což spouští negativní zpětnou vazbu. FIL inhibuje sekreci mléka z laktocytů tím, že omezuje účinek prolaktinu,

který je nezbytný pro tvorbu mléka. Navíc při plných alveolách dochází ke změně tvaru laktocytů, čímž se dále snižuje schopnost prolaktinu navázat se na své receptory. Tento mechanismus zabraňuje nadměrnému naplnění prsou a zajišťuje, že tvorba mléka odpovídá aktuální poptávce dítěte. Významné je, že tento proces probíhá nezávisle v každém prsu zvlášť (Farah et al., 2021; Pados a Camp, 2024).

2.4 Mateřské mléko

Mateřské mléko je považováno za zlatý standard ve výživě kojenců, a to jak donošených, tak předčasně narozených. Kromě základních makroživin obsahuje mateřské mléko širokou škálu bioaktivních látek, jako jsou hormony, imunologické faktory a oligosacharidy, které jsou nezastupitelné pro růst, vývoj a imunitní zrání dítěte (Chong et al., 2022; Lugonja et al., 2024).

Je to vysoce personalizovaná výživa, jejíž složení se dynamicky mění v průběhu laktace a je ovlivňováno individuálními potřebami dítěte, jeho věkem a zdravotním stavem. Tato adaptabilita zajišťuje optimální nutriční podporu v každé fázi vývoje (Chong et al., 2022).

Složení mateřského mléka

Klíčové složky mateřského mléka zahrnují proteiny (0,8–1 %), lipidy (3–5 %), sacharidy (6,9–7,2 %), minerály a vitamíny (0,2 %) a vodu (87 %). Studie naznačují, že složení makroživin (lipidy, proteiny, sacharidy) se může měnit i v průběhu dne, což poukazuje na cirkadiánní variace v kompozici mateřského mléka. Kromě těchto základních živin obsahuje mateřské mléko tyto významné bioaktivní složky (Chong et al., 2022; Lugonja et al., 2024).

Lidské mléčné oligosacharidy (Human Milk Oligosaccharides, HMOs): jsou třetí nejzastoupenější složkou mateřského mléka. Jedná se o komplexní sacharidy, které jsou pro kojence nestravitelné, ale hrají klíčovou roli jako prebiotika, podporující růst prospěšných bakterií ve střevě. Zejména kmeny *Bifidobacteria* a *Bacteroides*, které mají vysokou schopnost metabolizovat HMOs a využívat je jako zdroj energie. HMOs také selektivně podporují růst prospěšných bakterií před potenciálními patogeny, a tak mohou pomáhat předcházet infekcím (Chong et al., 2022; Moubareck, 2021).

Vitamíny: Mezi vitamíny obsažené v mateřském mléce patří zejména vitamíny B. Koncentrace thiaminu (B1) se během prvních měsíců laktace zvyšují, zatímco hladiny riboflavinu (B2) a vitamínu B6 mohou po počátečním vzestupu klesat. Obsah těchto

vitamínů, stejně jako vitaminu B12, úzce souvisí s příjmem matky a pozitivně reaguje na suplementaci. Naproti tomu hladina folátu (B9) je díky homeostatické regulaci do značné míry nezávislá na stravě matky, s výjimkou případů závažného nedostatku. Hladina cholinu se výrazně zvyšuje v prvních týdnech laktace a následně zůstává stabilní, i zde se uplatňuje vliv příjmu potravy a suplementace (Dror a Allen, 2018).

Z vitamínů rozpustných ve vodě je vitamín C nejvyšší v kolostru a poté klesá, přičemž jeho koncentrace výrazně závisí na stravě matky (Dror a Allen, 2018).

U vitamínů rozpustných v tucích, jako je vitamín A, dosahují hladiny maxima v kolostru a následně se stabilizují. Jejich množství v mléce odráží mateřské zásoby a může být zvýšeno doplňky stravy (Dror a Allen, 2018).

Vitamín D se vyskytuje v mateřském mléce v nízkých koncentracích, avšak suplementace prokazatelně zvyšuje jeho hladinu i hladinu jeho aktivní formy (Dror a Allen, 2018).

Podobný průběh je pozorován u vitamínu E, jehož koncentrace jsou nejvyšší v kolostru a následně klesají. Suplementace rovněž zvyšuje jeho množství v mléce (Dror a Allen, 2018).

Naopak vitamín K je v mateřském mléce přítomen jen v nízkých koncentracích, což může představovat riziko pro vznik hemoragické nemoci novorozenců v případě absence profylaxe. Běžná strava matky hladinu tohoto vitaminu významně neovlivňuje, avšak farmakologická suplementace jeho koncentraci v mléce zvyšuje (Dror a Allen, 2018).

Laktoferin: tato bílkovina váže železo a má antimikrobiální a protizánětlivé vlastnosti. Koncentrace laktoferinu se v průběhu laktace mění (Chong et al., 2022).

Imunoglobuliny (zejména IgA): mateřské mléko obsahuje protilátky, které poskytují pasivní imunitu kojenci a chrání ho před infekcemi. Sekreční IgA hraje důležitou roli v ochraně střevní sliznice (Chong et al., 2022).

Hormony, enzymy a růstové faktory: mateřské mléko obsahuje řadu bioaktivních molekul, které ovlivňují růst a vývoj kojence (Lugonja et al., 2024).

Fáze vývoje mateřského mléka

Složení mateřského mléka se mění v průběhu laktace a přizpůsobuje se vyvíjejícím se nutričním potřebám dítěte (Lugonja et al., 2024).

Kolostrum (mlezivo): Jedná se o první mléko produkované matkou, typicky během několika prvních dnů po porodu. Je to hustá, nažloutlá tekutina, charakteristická vysokým obsahem imunoglobulinů, zejména sekrečního IgA. Dále vyšší koncentraci bílkovin, vitamínů a minerálů a nižším obsahem tuků a laktózy ve srovnání s pozdějšími fázemi mléka (Chong et al., 2022; Lugonja et al., 2024; Moubareck, 2021).

Tranzitní mléko (přechodné mléko): Tato fáze nastává přibližně od 4. do 10. - 14. dne po porodu. Během této doby dochází k postupné změně složení mateřského mléka mezi kolostrum a zralým mlékem. Obsah tuků a laktózy se zvyšuje, zatímco koncentrace bílkovin a imunoglobulinů postupně klesá. Objem produkovaného mléka se v této fázi také výrazně zvyšuje (Moubareck, 2021).

Zralé mléko (maturované mléko): Zralé mléko se obvykle produkuje přibližně od druhého týdne po porodu. Jeho složení je relativně stabilní, ale stále se v průběhu laktace může mírně měnit. Zralé mléko obsahuje vyvážený poměr esenciálních mikroživin, které podporují růst a vývoj kojence (Chong et al., 2022; Lugonja et al., 2024; Moubareck, 2021).

3 STŘEVNÍ MIKROBIOM ZRALÉHO NOVOROZENCE

Tato kapitola pojednává o mikrobiomu zralého novorozence, jeho vzniku a postupném vývoji v raných fázích života. Zaměřuje se na klíčové faktory, které ovlivňují složení a stabilitu střevního mikrobiomu, jako je způsob porodu, způsob výživy, užívání antibiotik či suplementace probiotiky. Závěrečná část poukazuje na význam mikrobiomu pro celkové zdraví novorozence.

3.1 Vznik a vývoj střevního mikrobiomu novorozence

Období raného života, včetně vzniku střevního mikrobiomu, představuje klíčovou fázi pro růst a vývoj novorozence. Tradičně se předpokládalo, že střevní trakt plodu je před narozením sterilní. Novější výzkumy však naznačují, že mikrobiální expozice a osídlení mohou začít již před porodem (Grech et al., 2021; Tian et al., 2023).

Kolonizace střeva in utero

Tradiční pohled, převládající po většinu 20. století, předpokládal, že lidské fetální prostředí, včetně dělohy, placenty a plodové vody, je před narozením zcela sterilní. Toto takzvané paradigma sterilní dělohy vycházelo ze starších studií, které využívaly především kultivační metody a mikroskopii. Již Theodor Escherich v roce 1885 popsal mekonium jako prosté životaschopných bakterií. Podobně starší kultivační studie mekonia z fyziologického těhotenství z let 1927 a 1934 našly bakterie pouze v menšině vzorků – 62 % bylo negativních při aerobní i anaerobní kultivaci. Také kultivační studie plodové vody zpočátku naznačovaly její sterilitu během fyziologického těhotenství, přičemž přítomnost bakterií byla často spojována spíše s infekcí (Perez-Muñoz et al., 2017).

V posledních letech se objevily nové důkazy, které zpochybňují tradiční představu o sterilním fetálním prostředí. Studie využívající pokročilé molekulární metody, jako je sekvenování nové generace (Next Generation Sequencing, NGS) a polymerázová řetězová reakce (Polymerase Chain Reaction, PCR), odhalily přítomnost bakteriální DNA nebo nízkého množství bakterií v prostředích, která byla dříve považována za sterilní, například v placentě, plodové vodě a mekoniu. Pomocí NGS bylo v některých studiích identifikováno nízké množství bakteriální DNA v placentě, což vedlo k hypotéze o existenci specifického placentárního mikrobiomu. Objevila se spekulace, že bakterie by mohly přecházet z ústní dutiny matky krevní cestou a kolonizovat plod ještě před narozením. Dále byla zjištěna

přítomnost bakterií nebo jejich DNA v mekoniu, přičemž některé práce naznačují, že kolonizace střevního traktu může začínat již během nitroděložního vývoje, prostřednictvím mikroorganismů přítomných v placentě a plodové vodě. Byly také publikovány nálezy bakterií v pupečnickové krvi zdravých novorozenců narozených císařským řezem (Ihekweazu a Versalovic, 2018; Perez-Muñoz et al., 2017).

Nicméně kritické hodnocení těchto studií odhalilo významná metodologická omezení. Hlavním problémem je, že molekulární metody detekují pouze přítomnost bakteriální DNA, ale nedokážou spolehlivě rozlišit mezi živými a mrtvými bakteriemi. Placenta je navíc anatomicky i imunologicky přizpůsobena k tomu, aby filtrovala a odstraňovala mikroby z mateřského krevního oběhu. Pro skutečné vyvrácení paradigmatu sterilní dělohy je zásadní prokázat přítomnost životaschopných a kolonizujících bakterií přímo v děloze, avšak jen velmi málo studií to dosud spolehlivě potvrdilo pomocí kultivačních metod. V mnoha případech molekulární nálezy nejsou podpořeny kultivací, a pokud se bakterie podaří vykultivovat, často jde o běžné kožní komenzály, což silně naznačuje možnost kontaminace vzorků během odběru nebo zpracování (Perez-Muñoz et al., 2017).

Pokud jde o mekonium, ačkoli molekulární metody často detekují bakteriální DNA, je důležité zdůraznit, že pouze malá část vzorků skutečně obsahuje detekovatelné mikroby. Klíčovým faktorem je časový interval mezi porodem a vyloučením mekonia. Studie opakovaně prokázaly, že mikrobiální kolonizace mekonia se zvyšuje s časem od porodu do jeho vyloučení, což silně naznačuje, že k osidlování dochází spíše ex utero po ruptuře plodových obalů. Studie, které tento časový faktor nezohledňují, častěji hlásí pozitivní nálezy. Naopak kvalitní studie, které analyzovaly mekonium odebrané ještě před porodem (například v rámci zvířecích modelů), nenalezly přítomnost detekovatelné mikrobioty (Perez-Muñoz et al., 2017; Tian et al., 2023).

Ačkoli debata o rozsáhlé kolonizaci živými bakteriemi přímo v děloze pokračuje a důkazy pro ni jsou sporné, existují silné důkazy, že mateřské vlivy hrají klíčovou roli ve vývoji plodu již během těhotenství, a to nezávisle na přítomnosti živých bakterií. Tyto poznatky podporují teorii o vlivu mateřského mikrobiomu a s ním souvisejících faktorů na vývoj plodu před narozením. Místo rozsáhlé kolonizace živými bakteriemi se zdá, že prostředí v děloze připravuje plod na rychlé a dynamické osídlení mikrobiotou ihned po narození (Grech et al., 2021; Hill et al., 2017; Perez-Muñoz et al., 2017).

Celkově lze shrnout, že ačkoli nové molekulární metody zpochybnilly historické paradigma sterilní dělohy, důkazy o rozsáhlé kolonizaci střeva živými bakteriemi přímo

v děloze u fyziologických těhotenství jsou omezené a stále předmětem kritické diskuse. Existují významné protiargumenty, které vycházejí z metodologických omezení a načasování vyloučení mekonia. Přesto se stále více potvrzuje, že mateřský mikrobiom a další s ním související faktory významně zasahují do vývoje plodu již během těhotenství. Je pravděpodobné, že tyto vlivy připravují plod na následnou rychlou kolonizaci střev mikrobiotou po narození, což je zásadní pro jeho dlouhodobé zdraví (Grech et al., 2021; Perez-Muñoz et al., 2017).

Vývoj střevního mikrobiomu

Střevní mikrobiom se začíná formovat v novorozeneckém období a je známo, že interaguje s hostitelem a ovlivňuje jeho metabolismus. Složení střevní mikrobioty je u každého novorozence individuální, přičemž významná variabilita je patrná již od prvního dne po narození. S věkem dochází ke zvýšení počtu a rozmanitosti mikrobiálních druhů. Přibližně do tří let věku dítěte dosahuje střevní mikrobiota úrovně rozmanitosti a komplexity, která se podobá zralé anaerobní mikrobiotě dospělého člověka. Tento vývoj zahrnuje sukcesi mikrobiálních společenstev, což znamená postupné střídání dominantních bakteriálních skupin. Komplexnost a bohatost mikrobiálního společenství prochází řadou vývojových stádií, která sahají od novorozeneckého období až po stabilizaci po odstavení (Chong et al., 2018; Grech et al., 2021).

Novorozenci mají při narození aerobní prostředí v gastrointestinálním traktu. Vysoká hladina kyslíku v jejich střevě upřednostňuje růst fakultativních anaerobních bakterií, jako jsou *Enterobacteriaceae*, *Enterococcus* a *Streptococcus*. Přítomni jsou i další fakultativní anaerobové, například *Staphylococcus*, *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis* a *faecium*, *Klebsiella*, *Enterobacter* a méně často *Aeromonas*, *Pseudomonas* či *Acinetobacter*. Tito raní kolonizátoři postupně spotřebovávají dostupný kyslík, čímž vytvářejí redukované, anaerobní prostředí ve střevě a umožňují tak následnou kolonizaci obligátními anaeroby, jako jsou druhy *Bifidobacterium*, *Clostridium*, *Bacteroides*, *Veillonella*, *Eubacterium* a *Ruminococcus* (Chong et al., 2018).

Kromě snižování hladiny kyslíku a přípravy podmínek pro osídlení střeva striktními anaeroby je třeba zmínit, že mnoho primárních fakultativních anaerobních kolonizátorů má potenciálně patogenní charakter (Chong et al., 2018).

3.2 Faktory ovlivňující střevní mikrobiom novorozence

Vývoj střevního mikrobiomu u novorozence představuje kritickou fází pro celkový růst a zdraví dítěte. Jedná se o složitý a dynamický proces. Počáteční osídlení je formováno souhrou genetických predispozic dítěte a širokou škálou environmentálních faktorů, jimž je vystaveno během perinatálního období a v raném postnatálním životě (Grech et al., 2021; Hill et al., 2017).

Mezi klíčové vlivy, které prokazatelně utvářejí složení, diverzitu a funkci rané střevní mikrobioty, patří zejména způsob porodu (vaginální vs. císařský řez), gestační stáří při narození, expozice antibiotikům a typ výživy (kojení vs. umělá výživa). Kromě těchto bezprostředních faktorů hraje zásadní roli také mateřské prostředí a s ním spojené vlivy před narozením i po něm, ať už skrze mateřský mikrobiom a jeho metabolity, stravu matky, či užívání probiotik během těhotenství a laktace (Grech et al., 2021; Hill et al., 2017; Tian et al., 2023).

Způsob porodu

Při vaginálním porodu dochází k expozici novorozence různým mikroorganismům pocházejícím z matčina těla, zejména z vaginálního, střevního a kožního mikrobiomu. Již v rané fázi porodu se v mekoniu novorozence začínají objevovat mikroby pocházející z matčina vaginálního a střevního prostředí. Střevní bakterie matky následně kolonizují trávicí trakt dítěte. Mezi hlavní bakteriální rody, které se dobře přizpůsobují prostředí novorozeneckého střeva, patří zejména *Bifidobacterium* a *Bacteroides*. Tyto bakterie dokážou fermentovat oligosacharidy přítomné v mateřském mléce, což pravděpodobně přispívá k jejich úspěšnému usídlení ve střevě novorozence. Mikrobiota přenesená z matky při porodu zpravidla kolonizuje střevo dítěte trvale, zatímco mikroorganismy jiného původu mají většinou pouze dočasný charakter (Kennedy et al., 2025; Korpela, 2021).

Císařský řez narušuje přirozený proces přenosu mikrobioty z matky na dítě. Důvodem je, že novorozenec nepřichází do kontaktu s matčinými vaginálními a střevními mikroby a je výrazně omezen vertikální přenos těchto bakterií. Důsledkem je odlišný vývoj střevní mikrobioty, a to zejména během prvních 6–12 měsíců života. Císařský řez je dokonce považován za faktor s nejvíce jednotným vlivem na složení střevní mikrobioty napříč různými populacemi i výzkumy. Dostupné důkazy ukazují, že právě způsob porodu je

nejsilnějším faktorem ovlivňujícím složení střevní mikrobioty v raném věku a je ještě výraznější než například podávání antibiotik po porodu (Korpela, 2021).

Novorozenci narození císařským řezem bývají častěji kolonizováni bakteriemi z okolí, zejména z nemocničního prostředí, místo přenosu mikroorganismů od matky, což může zvyšovat riziko výskytu patogenních druhů. U těchto dětí byla opakovaně pozorována nižší četnost bakterií rodu *Bifidobacterium* a téměř úplná absence *Bacteroides*, což jsou dvě skupiny, které mají zásadní roli při fermentaci oligosacharidů z mateřského mléka. Tyto odchylky byly potvrzeny v řadě studií zaměřených na vliv císařského řezu na střevní mikrobiotu kojenců. Navíc se u těchto novorozenců často nachází vyšší zastoupení potenciálně škodlivých bakterií z nemocničního prostředí. Analýza viromu (virální složky mikrobioty) rovněž ukázala, že u dětí narozených císařským řezem je v jednom roce života snížená rozmanitost střevních virů a bakteriofágů, což naznačuje, že způsob porodu hraje důležitou roli i při formování této části mikrobiálního ekosystému (Korpela, 2021).

Zatímco způsob porodu je známým determinantem tohoto procesu, potenciální vliv pohlaví novorozence a pořadí narození (parita matky) zůstává méně prozkoumán. Cílem jedné ze studií autorů Kennedy et al. (2025) bylo analyzovat vliv způsobu porodu, pohlaví dítěte a pořadí narození na složení mikrobiálních komunit ve vzorcích první stolice mekonie novorozenců, a to prostřednictvím sekvenace genu 16S rRNA (Kennedy et al., 2025).

Výsledky studie ukazují, že způsob porodu významně ovlivnil přítomnost detekovatelných mikrobiálních komunit ve vzorcích mekonie. Pouze 17 % vzorků od novorozenců narozených plánovaným císařským řezem vykazovalo jakoukoli přítomnost mikrobů. Naproti tomu přibližně dvě třetiny vzorků od novorozenců narozených vaginálně nebo akutním císařským řezem, tedy s expozicí mateřským vaginálním mikrobům, mikrobiální přítomnost vykazovaly. Novorozenci narození plánovaným císařským řezem měli nejen nejnižší podíl vzorků s detekovatelnými sekvenačními čteními, ale také nejnižší celkový počet čtení. Nejvyšší četnost sekvenačních čtení byla naopak zaznamenána u dětí narozených spontánním vaginálním porodem. Většina vzorků první stolice obsahovala jen velmi nízké počty mikrobiálních čtení nebo žádná, což podporuje hypotézu o sterilním prostředí dělohy (Kennedy et al., 2025).

Ve zmíněné studii byly vzorky mekonie odebrány od 70 novorozenců (41 prvorozených a 29 později narozených) do 48 hodin po porodu. Pro analýzu mikrobiální komunitní kompozice byly vybrány pouze vzorky od dětí narozených spontánním vaginálním porodem bez expozice intrapartálním antibiotikům, aby byly eliminovány možné matoucí faktory.

V těchto vzorcích byla zaznamenána značná variabilita v taxonomickém složení. Ze 244 detekovaných rodů bylo pouze 20 přítomno ve více než polovině vzorků (Kennedy et al., 2025).

Zjištění potvrzují, že podíl vzorků s detekovatelnou mikrobiální přítomností a množství sekvenančních čtení se liší podle způsobu porodu. Novorozenci narození císařským řezem vykazovali nejnížší mikrobiální nálezy v mekoniu. Tyto výsledky jsou v souladu s předchozími studiemi, které prokázaly, že mekonium dětí narozených vaginálně obsahuje vyšší množství bakterií než mekonium dětí narozených císařským řezem (Kennedy et al., 2025).

Vzhledem k tomu, že při císařském řezu novorozenci nepřicházejí do kontaktu s mateřskou vaginální nebo fekální mikroflórou, dochází ke změně přenosu klíčových mikrobiálních taxonů, jako je například rod *Bifidobacterium*. U novorozenců narozených císařským řezem byly v mekoniu častěji detekovány mikroby pocházející z mateřské kůže, zatímco u dětí narozených vaginálně byly častěji přítomny vaginální a střevní mikroorganismy. Přestože se vliv způsobu porodu na střevní mikrobiotu s časem snižuje, díky trvalé kolonizaci střevními mikroby, jako jsou *Bifidobacterium* a *Bacteroides*, lze jeho dopad pozorovat až do věku dvou let. Dokonce i přechodné rozdíly v mikrobiální expozici během kritických vývojových období mohou ovlivnit dlouhodobé zdravotní trajektorie. Odlišnosti ve složení mikrobioty v důsledku způsobu porodu byly spojeny se zvýšeným rizikem vzniku alergií a autoimunitních onemocnění později v životě (Kennedy et al., 2025).

Závěrem lze říct, že výsledky poukazují na komplexní souhru mezi způsobem porodu, pořadím narození a pohlavím novorozence při utváření střevního mikrobiomu. Jak se očekávalo, velký podíl vzorků neposkytl dostatek sekvenančních čtení pro hlubší mikrobiální analýzu a jejich podíl se lišil podle způsobu porodu. Závěry ohledně vlivu pohlaví a pořadí narození jsou proto omezeny malou velikostí analyzovaného souboru a týkají se výhradně dětí narozených spontánním vaginálním porodem. Vzhledem k tomu, že způsob porodu prokazatelně ovlivňuje střevní mikrobiotu, je pravděpodobné, že vliv pohlaví a pořadí narození se může v závislosti na způsobu porodu lišit. Do budoucna by bylo vhodné zkoumat tyto faktory komplexně napříč různými způsoby porodu a v delším časovém horizontu (Kennedy et al., 2025).

Gestační stáří

Střevní mikrobiota hraje zásadní roli v patogenezi onemocnění, která postihují předčasně narozené děti, přičemž jedním z klíčových faktorů ovlivňujících její složení je právě gestační věk. Kolonizace střevního mikrobiomu u předčasně narozených novorozenců se výrazně liší od vzorců kolonizace u zdravých donošených dětí, jak dokládají výsledky získané pomocí konvenčních bakteriologických kultivačních metod. Byla zaznamenána značná variabilita v diverzitě i abundanci mikroorganismů, přičemž tyto vzorce bývají spojovány s různými zdravotními riziky v průběhu života. Výzkumy se zaměřily jak na charakteristiky střevní mikrobioty u předčasně narozených dětí různého gestačního věku od narození do jednoho roku života, tak na dynamiku mikrobiálních změn během prvních 42 dnů po porodu. V rámci studií byly sledovány kohorty dětí narozených před 32. týdnem těhotenství či mezi 24. –37. týdnem, a porovnány s donošenými novorozenci (Jia et al., 2022; Khan et al., 2023; Sim et al., 2023).

Důležitost gestačního věku se projevuje již ve složení mekonie. U extrémně předčasně narozených dětí (<28. týdne těhotenství) byla zjištěna vyšší alfa diverzita střevní mikrobioty v mekoniu ve srovnání s velmi předčasně narozenými (v 28.–32. týdnu), středně až pozdně předčasně narozenými (v 32.–37. týdnu) a donošenými novorozenci (v 37.–42. týdnu). S rostoucím gestačním věkem předčasně narozených dětí byla pozorována tendence k poklesu této diverzity. Kromě samotné rozmanitosti se lišila i struktura mikrobiálního společenství. Zatímco u předčasně narozených dětí převažoval rod *Klebsiella*, u donošených novorozenců dominovaly odlišné bakteriální rody. Tyto rozdíly poukazují na zásadní vliv maturace střevního prostředí a expozice perinatálním faktorům na časnou mikrobiální kolonizaci (Jia et al., 2022).

Dynamické změny střevní mikrobioty byly pozorovány již v průběhu prvních týdnů a měsíců života. U předčasně narozených novorozenců je proces kolonizace fekální mikrobioty vysoce proměnlivý v různých časových bodech po porodu. Již kolem prvního dne života byla mikrobiota předčasně narozených dětí poměrně jednoduchá, s výraznou převahou rodů *Exiguobacterium*, *Acinetobacter* a *Citrobacter*, které dohromady tvořily až 83 % celkové bakteriální populace. V průběhu času se zastoupení těchto tří skupin postupně snižovalo, zatímco rody *Enterococcus*, *Klebsiella* a *Escherichia coli* zaznamenaly nárůst a kolem 42. dne po porodu se staly dominantními součástmi mikrobioty. V tomto období tvořily *Klebsiella* a *Escherichia coli* přibližně 32,6 %, respektive 38,2 % celkové střevní mikrobioty. Tyto potenciálně oportunní patogenní bakterie mohou u předčasně narozených

děti snadno pronikat přes střevní sliznici do krevního oběhu v důsledku nezralé imunitní odpovědi a nedostatečně vyvinuté střevní bariéry, což může vést k závažnému poškození organismu. Například bakterie rodu *Klebsiella* je spojována s rozvojem nekrotizující enterokolitidy a pozdní novorozenecké sepse. Kolonizace střev bifidobakteriemi probíhá u předčasně narozených novorozenců relativně pozdě a tyto bakterie se obvykle nestávají dominantní složkou střevní mikrobioty. Nízké zastoupení bifidobakterií přispívá ke zvýšené propustnosti střevního epitelu a zvyšuje riziko vzniku střevních onemocnění (Jia et al., 2022; Khan et al., 2023).

V šesti týdnech života se střevní mikrobiota předčasně narozených a donošených dětí významně lišila. U předčasně narozených novorozenců bylo zjištěno méně rozmanité a méně vyvážené mikrobiální společenství s nižší genetickou diverzitou. Gestační věk měl prokazatelný vliv na zastoupení některých bakteriálních rodů – vyšší gestační věk byl spojen s vyšším výskytem rodů *Bifidobacterium*, *Bacteroides* a *Lachnospiraceae*, zatímco nižší výskyt byl zaznamenán u čeledi *Enterobacteriaceae* a rodu *Enterobacter*. Na úrovni bakteriálních kmenů byl vyšší gestační věk provázen vyšším zastoupením *Bacteroidetes* a *Actinobacteria*, zatímco zastoupení *Proteobacteria* se s rostoucím gestačním věkem snižovalo (Sim et al., 2023).

Shrnutím výše uvedeného lze konstatovat, že gestační věk má významný a dynamický vliv na složení a vývoj střevní mikrobioty u novorozenců, přičemž předčasně narozené děti, zejména ty s nižším gestačním věkem, vykazují odlišné vzorce kolonizace, nižší diverzitu v raném věku a odlišnou převahu bakteriálních skupin ve srovnání s donošenými dětmi, což může mít důsledky pro jejich pozdější zdraví (Jia et al., 2022).

Expozice antibiotikům

Expozice antibiotikům v raném životě ať už prenatálně během těhotenství, intrapartálně v průběhu porodu například v rámci profylaxe proti streptokoku skupiny B nebo postnatálně po narození, má významný a často nepříznivý vliv na složení, diverzitu a vývoj střevního mikrobiomu novorozence. Toto narušení se projevuje přetrvávajícími změnami ve složení mikrobioty, přičemž mikrobiom novorozenců léčených antibiotiky se vyvíjí méně organizovaně než u dětí, které léčbu antibiotiky nepodstoupily. Bezprostředně po jejich podání často dochází k poklesu mikrobiální diverzity, i když některé studie tyto okamžité změny nezaznamenaly. Prodloužená antibiotická léčba je však opakovaně spojována se

sníženou rozmanitostí střevní mikrobioty, která může zůstat narušená i během prvního roku života (Fjalstad et al., 2018; Grech et al., 2021; Reyman et al., 2022; Uzan-Yulzari et al., 2021).

Pozorované změny typicky zahrnují výrazné snížení zastoupení prospěšných komenzálních bakterií, které hrají klíčovou roli ve správném vývoji střevní mikrobioty. Mezi nejvýznamnější zasažené rody patří *Bifidobacterium*, *Lactobacillus* a kmen *Bacteroidetes*. Současně často dochází k nárůstu výskytu potenciálně méně žádoucích či oportunních bakterií, jako jsou zástupci kmenů *Firmicutes* a *Proteobacteria*, a přechodně i rodu *Streptococcus*. Po ukončení antibiotické terapie pak může dojít k rekolonizaci střeva, přičemž jako dominantní zástupce se často objevuje *Escherichia*. Antibiotická léčba tak může způsobit dočasný posun vývoje střevního mikrobiomu zpět k méně zralému stadiu, které je typické pro ranou fázi kolonizace. Kromě změn v konkrétním složení bakteriálních skupin je dalším závažným důsledkem celkový pokles mikrobiální rozmanitosti a stability střevního ekosystému. Zároveň se zvyšuje četnost výskytu genů spojených s antibiotickou rezistencí. Rozsah i charakter těchto dopadů se mohou lišit v závislosti na typu použitého antibiotika, jeho dávce, načasování podání a pravděpodobně také způsobu výživy novorozence. Výběr konkrétní antibiotické terapie hraje zásadní roli v rozsahu ekologických dopadů na střevní mikrobiotu. Například kombinace amoxicilinu a cefotaximu měla nejvýraznější vliv na celkové složení mikrobioty a vedla k výraznému snížení zastoupení rodu *Bifidobacterium*, zatímco terapie penicilinu a gentamicinu měla dopady nejmírnější. Samotná délka antibiotické léčby měla pouze omezený vliv na složení mikrobioty ve srovnání s účinkem samotného zahájení léčby (Beller et al., 2021; Grech et al., 2021; Reyman et al., 2022).

Tato raná narušení střevního mikrobiomu způsobená antibiotickou expozicí jsou v řadě studií spojována se zvýšeným rizikem vzniku různých imunitně zprostředkovaných a metabolických onemocnění v pozdějším dětství i dospělosti, což podtrhuje dlouhodobý význam těchto časných vlivů pro zdraví jedince (Grech et al., 2021).

Typ výživy

Výživa je jedním z nejvýznamnějších faktorů ovlivňujících formování střevního mikrobiomu u novorozenců během prvních měsíců života. Komparace střevního mikrobiomu kojených novorozenců a novorozenců krmených umělou výživou odhaluje signifikantní rozdíly v jeho složení, diverzitě a asociacích s růstovými parametry (Inchingolo et al., 2024).

Kojení má zásadní vliv na formování mikrobiomu, neboť mateřské mléko dodává esenciální živiny a bioaktivní komponenty, jako jsou oligosacharidy, antimikrobiální proteiny a mastné kyseliny s krátkým řetězcem. Tyto látky podporují růst prospěšných bakterií a přispívají k vývoji vyváženého imunitního systému (Inchingolo et al., 2024).

U kojených novorozenců je typické vyšší zastoupení prospěšných komenzálních bakterií, zejména rodů *Bifidobacterium* a *Lactobacillus*. Mateřské mléko ovlivňuje střevní mikrobiom dítěte, podporuje zdraví střev a snižuje výskyt patogenních bakterií. Bylo zjištěno, že během prvních šesti dnů po porodu poskytuje mateřské mléko významné množství bakterií (Inchingolo et al., 2024).

U předčasně narozených dětí krmených vlastním mateřským mlékem byly zaznamenány vyšší hladiny prospěšných bakterií, včetně zástupců řádů *Clostridiales*, *Lactobacillales* a *Bacillales*, ve srovnání s dětmi krmenými umělou výživou nebo darovaným mateřským mlékem. Pokud jde o mikrobiální diverzitu, kojené děti obecně vykazují jedinečné mikrobiální profily s větší rozmanitostí a vyšší variabilitou, přičemž si zachovávají stabilnější střevní mikrobiom (Inchingolo et al., 2024).

Některé studie však u předčasně narozených dětí zaznamenaly trend k nižší diverzitě při vyšším příjmu mateřského mléka, zatímco jiné studie neprokázaly vliv fortifikátoru lidského mléka na bakteriální diverzitu. Novorozenci krmení umělou výživou vykazují odlišné složení střevní mikrobioty, s nižším podílem prospěšných bakterií a omezenou druhovou pestrostí, což je dáno absencí bioaktivních složek obsažených v mateřském mléce. U těchto dětí se častěji vyskytují potenciálně patogenní bakterie, včetně *Clostridium difficile* a čeledi *Enterobacteriaceae*, také vyšší abundance řádu *Enterobacteriales* (Inchingolo et al., 2024).

Tyto změny ve složení mikrobiomu způsobené umělou výživou mohou ovlivnit dlouhodobé zdravotní důsledky a metabolické dráhy. Rozdíly v mikrobiálním složení podle

typu výživy souvisejí také s růstovým stavem kojenců. Vyšší příjem mateřského mléka byl u předčasně narozených dětí spojen s větším váhovým přírůstkem (Inchingolo et al., 2024).

Z klinického hlediska se předpokládá, že zdravější mikrobiální ekosystém podporovaný kojením přináší ochranné účinky, například snižuje riziko některých infekcí, včetně pozdní sepse a úmrtnosti u předčasně narozených dětí, a také snižuje incidenci pneumonie a nekrotizující enterokolitidy. Umělá výživa obohacená o prebiotika a probiotika vykazuje potenciál ovlivnit mikrobiální složení směrem k profilu více podobnému kojeným dětem a snížit související zdravotní rizika (Inchingolo et al., 2024).

Například umělá výživa s přidanými oligosacharidy odvozenými z kravského mléka přiblížila střevní mikrobiom a metabolický profil dětem krmeným lidským mlékem a zlepšila střevní imunitní obranu. Fermentovaná umělá výživa s určitou směsí a prebiotiky pak ve čtyřech měsících významně zvýšila hladiny fekálního SIgA a upravila složení mikrobioty tak, že se více podobalo složení u kojených dětí (Inchingolo et al., 2024).

Na základě dosavadních zjištění je zřejmé, že typ výživy zásadně a trvale ovlivňuje střevní mikrobiom kojenců. Kojení významně podporuje kolonizaci střeva prospěšnými bakteriemi a je spojeno s možnými ochrannými účinky na zdraví, zatímco umělá výživa vede k charakteristicky odlišnému složení mikrobiomu (Inchingolo et al., 2024).

Probiotika

Modulace střevního mikrobiomu v raném věku se jeví jako nadějná strategie pro podporu zdraví a prevenci budoucích onemocnění. Jednou z terapeutických možností, která slibuje příznivý vliv na vývoj zdravé mikrobioty v raném životním období, je podávání probiotik matkám během těhotenství a laktace. Tato intervence byla prokázána jako bezpečná pro matku i dítě. Dosavadní výzkumy naznačují, že mateřská suplementace probiotiky může ovlivňovat složení mikrobioty mateřského mléka a střevní mikrobioty kojenců. Také bývá spojována se snížením zánětlivých markerů (Gonia et al., 2024).

Jedna z observačních studií autorů Gonii et al. (2024) zkoumala souvislosti mezi užíváním probiotik matkou během těhotenství a kojení a změnami ve složení mikrobiomu u jejich výhradně kojených dětí. Výsledky naznačují, že mateřská suplementace probiotiky souvisí s variabilitou ve složení střevního mikrobiomu kojenců, a to jak ve věku jednoho, tak i šesti měsíců (Gonia et al., 2024).

Ve věku jednoho měsíce byla odlišná kompozice mikrobiomu statisticky významně spojena s prenatální, ale také celkovou expozicí probiotikům ze strany matky. U kojenců, kteří byli v tomto věku vystaveni mateřským probiotikům, byla ve stolici zjištěna vyšší zastoupení bakterií rodů *Lactobacillus* a *Bifidobacterium*. Tyto rozdíly zůstaly významné i po zohlednění dalších relevantních faktorů. Zajímavé je, že ačkoliv *Lactobacillus* byl součástí většiny probiotických doplňků užívaných matkami, složení mikrobiomu mateřského mléka se v jednom měsíci na základě užívání probiotik nelišilo (Gonia et al., 2024).

Ve věku šesti měsíců byla variabilita střevního mikrobiomu kojenců spojena především s nedávnou postnatální expozicí mateřským probiotikům, tedy po prvním měsíci života. To může naznačovat, že expozice probiotikům blíže k datu odběru vzorku hraje významnější roli. U šestiměsíčních dětí byla mateřská postnatální i celková expozice spojena s vyšším zastoupením *Bifidobacterium* ve stolici, zatímco u *Lactobacillus* nebyly zjištěny signifikantní rozdíly (Gonia et al., 2024).

Tyto poznatky, které jsou v souladu s dřívějšími výzkumy, naznačují, že mateřská suplementace probiotiky může ovlivňovat složení střevního mikrobiomu kojenců, přičemž *Lactobacillus* a *Bifidobacterium* jsou považovány za prospěšné bakterie. Je však třeba mít na paměti, že šlo o observační studii, a proto zjištěné souvislosti nelze interpretovat jako důkaz kauzálního vztahu (Gonia et al., 2024).

3.3 Význam střevní mikrobioty pro zdraví novorozence

Střevní mikrobiota v tomto raném období hraje zásadní roli v mnoha fyziologických procesech a její správné ustavení je klíčové pro optimální vývoj dítěte (Tian et al., 2023).

Jedním z hlavních významů rané střevní mikrobioty je její vliv na vývoj imunitního systému. Mikrobiální kolonizace poskytuje nezbytné signály pro maturaci imunitních buněk a trénink imunitní tolerance. Mateřský mikrobiom a dokonce i prenatální expozice mateřských vaginálních mikrobům mohou připravit T lymfocyty již v pupečnickové krvi. Mateřský mikrobiom také reguluje produkci neonatálních IgA. Správná interakce mezi ranou mikrobiotou a imunitním systémem je nezbytná pro prevenci zánětlivých onemocnění a alergií v pozdějším životě. Studie dokazují, že absence mikrobiální kolonizace může vést k dysregulaci zánětlivé odpovědi (Ihekweazu a Versalovic, 2018; Perez-Muñoz et al., 2017; Tian et al., 2023).

Kromě vlivu na imunitní systém má raná střevní mikrobiota také význam pro rozvoj metabolického zdraví a celoživotní metabolické výsledky. Včasné události v raném životě, včetně utváření střevní mikroflóry a střevní permeability, ovlivňují metabolické zdraví v průběhu celého života (Tian et al., 2023).

Narůstající množství důkazů naznačuje, že raná mikrobiota hraje důležitou roli i ve vývoji centrální nervové soustavy a mozku. Mateřské mikroorganismy mohou ovlivňovat zapojení fetálního mozku. Metabolity produkované komenzálními bakteriemi, jako jsou například krátké řetězcové mastné kyseliny (acetát), mohou přispívat k vývoji mozkových struktur. Navíc se ukazuje, že mikrobiota hostitele průběžně reguluje zrání a funkci mikroglií v centrálním nervovém systému (Ihekweazu a Versalovic, 2018; Tian et al., 2023).

Narušení normálního vývoje střevního mikrobiomu – dysbióza je v raném období života spojováno se zvýšeným rizikem vzniku některých onemocnění a zdravotních komplikací. Jedním z nejzávažnějších příkladů je nekrotizující enterokolitida, těžké zánětlivé onemocnění střev, které postihuje zejména předčasně narozené děti. U těchto novorozenců byla opakovaně pozorována nerovnováha ve složení střevních bakterií. Probiotická suplementace se ukázala jako účinný způsob, jak snížit riziko vzniku nekrotizující enterokolitidy i úmrtnosti u předčasně narozených dětí s velmi nízkou porodní hmotností (Chong et al., 2018; Jeong, 2022).

Celkově lze shrnout, že ačkoli přesné načasování střevní kolonizace je stále předmětem výzkumu a odborné diskuse, je nepochybné, že mikrobiota vytvořená v raném životě hraje klíčovou roli v rozvoji imunitního systému, v podpoře metabolického zdraví, ve vývoji mozku a v ochraně před různými onemocněními. Tím zásadně ovlivňuje celkové zdraví novorozence i jeho dlouhodobý vývoj (Tian et al., 2023).

4 VLIV KOJENÍ NA STŘEVNÍ MIKROBIOM ZRALÉHO NOVOROZENCE

Tato kapitola bakalářské práce se zaměřuje na vliv kojení a jednotlivých složek mateřského mléka na utváření střevního mikrobiomu zralého novorozence. Popisuje, jak mateřské mléko prostřednictvím živých mikroorganismů a bioaktivních látek ovlivňuje osídlení střeva a podporuje růst specifických prospěšných bakterií. Dále je věnována pozornost konkrétním složkám mateřského mléka, jako jsou oligosacharidy, lipidy či proteiny, a jejich roli v modulaci střevní mikrobioty. Závěrečná část poukazuje na zdravotní benefity, které z tohoto mikrobiálního vlivu plynou, ve vztahu k imunitnímu vývoji, ochraně před infekcemi a prevenci některých onemocnění.

4.1 Význam kojení pro mikrobiální osídlení střeva

Kojení hraje zásadní roli v utváření mikrobiálního osídlení u kojenců, zejména v oblasti střev. Mateřské mléko funguje jako regulační faktor vývoje střevního mikrobiomu během prvního roku života, kdy probíhá takzvané kritické vývojové okno. Nepředstavuje pouze zdroj živin, ale také významný zdroj bakterií, včetně bakterií mléčného kvašení, které kolonizují střeva kojence. Matka tak předává dítěti prospěšné bakteriální kmeny, například z rodu *Bifidobacterium*, což ovlivňuje raný vývoj střevní mikrobioty. Mikrobiota lidského mléka má svůj specifický původ a potenciální přínos pro zdraví (Milani et al., 2017; Shenhav et al., 2024).

Byla prokázána významná souvislost mezi střevním mikrobiomem, charakteristikami kojení a složením mateřského mléka. U rozsáhlé skupiny dětí, prokázala významnou souvislost těchto faktorů s utvářením mikrobiálního osídlení. Předčasné ukončení kojení, většinou před třetím měsícem věku, vede k urychlenému osídlení specifickými mikroorganismy, jako je například *Ruminococcus gnavus*, a k dřívější aktivaci metabolických funkcí, například biosyntézy tryptofanu (Shenhav et al., 2024).

Předčasné ukončení kojení a zavedení kojenecké výživy vyvolává reakci podobnou přirozenému odstavování, avšak v dřívějším věku, než by k ní docházelo při postupném přechodu na tuhou stravu kolem šestého měsíce. Tento proces se projevuje stejně jako u předčasného ukončení kojení změnami ve složení a funkcích střevní mikrobioty, včetně urychleného osídlení specifickými mikrobiálními druhy a nástupu metabolických funkcí. Takto předčasně aktivované mikrobiální procesy mohou narušit přirozený vývoj mikrobioty.

Naopak delší výhradní kojení podporuje vývoj pomalejší a pozvolnější. Tento typ vývoje je považován za příznivý pro zdravý růst a vývoj dítěte (Shenhav et al., 2024).

4.2 Role bioaktivních složek mateřského mléka v modulaci střevního mikrobiomu

Mateřské mléko představuje komplexní biologickou tekutinu, která není pouze zdrojem základních živin pro kojence, ale obsahuje také širokou škálu bioaktivních složek, jež hrají klíčovou roli v rozvoji a modulaci střevního mikrobiomu. Mezi nejdůležitější patří HMOs, mikrobiom mateřského mléka, lipidy a mastné kyseliny, v neposlední řadě proteiny a peptidy (Boudry et al., 2021; Matharu et al., 2024).

Lidské mléčné oligosacharidy (HMOs) jsou považovány za jedny z hlavních bioaktivních složek mateřského mléka. Pro kojence jsou nestravitelné, avšak slouží jako prebiotika pro růst prospěšných střevních bakterií rodů *Bifidobacterium*, *Bacteroides* a v menší míře také *Lactobacillus*. Schopnost využívat HMOs se liší nejen mezi jednotlivými bakteriálními rody, ale i mezi kmeny téhož rodu, například *Bifidobacterium*. Některé oligosacharidy jsou těmito bakteriemi využívány přednostně díky specifickému enzymatickému vybavení. Bakterie rodu *Bifidobacterium* ke zpracování HMOs obvykle nejprve odstraňují fukosylové a sialylované zbytky a následně pomocí různých typů glykosidáz štěpí jádro oligosacharidu na jednotlivé monosacharidy. U těchto bakterií byly identifikovány specifické geny spojené s degradací a transportem HMOs (Boudry et al., 2021; Sun et al., 2025).

Také bakterie rodu *Akkermansia* jsou schopny růst v prostředí lidského mléka a metabolizovat HMOs. Kromě přímého využití HMOs podporují křížové krmení mezi jednotlivými bakteriálními druhy, kdy produkty metabolismu HMOs jedněmi bakteriemi slouží jako živiny pro další mikroorganismy. Určité specifické HMOs, jako například lakto-N-neotetraóza a 2'-fukosyllaktóza, ovlivňují složení střevní mikrobioty kojenců tím, že zvyšují zastoupení bifidobakterií. Suplementace kojenecké výživy těmito HMOs vedla ke střevní mikrobiotě podobné u kojených dětí (Boudry et al., 2021; Sun et al., 2025).

HMOs vykazují rovněž přímé antimikrobiální účinky, kdy mohou inhibovat adhezi a růst patogenních bakterií in vitro, včetně *Campylobacter jejuni*, *Streptococcus mutans* a *Clostridioides difficile*. Tím přispívají ke snížení výskytu střevních onemocnění. Je však třeba poznamenat, že některé studie prováděné in vitro naznačují, že za určitých podmínek mohou být HMOs využívány i patogenními mikroorganismy, jako jsou *Shigella* nebo

Escherichia coli, případně mohou podpořit růst *C. difficile* během střevního zánětu (Sun et al., 2025).

Metabolismus HMOs střevní mikrobioty vede k produkci mastných kyselin s krátkým řetězcem, které mají další příznivé účinky na zdraví střeva (Sun et al., 2025).

Mikrobiom mateřského mléka představuje další významný faktor ovlivňující střevní mikrobiotu kojence. Mateřské mléko obsahuje rozmanitou bakteriální komunitu, která je považována za jeden ze zdrojů mikroorganismů pro kolonizaci střeva novorozence. Jeho složení je ovlivňováno různými mateřskými a perinatálními faktory (Boudry et al., 2021; Matharu et al., 2024).

Mikroorganismy obsažené v mateřském mléce mohou modulovat střevní mikrobiotu prostřednictvím kompetice o živiny či vazebná místa, přímé inhibice (produkcí bakteriocinů některými kmeny rodů *Enterococcus* a *Staphylococcus*), nebo účasti na trofických řetězcích například metabolismus laktátu produkovaného bakteriemi rodů *Staphylococcus*, *Streptococcus* a *Lactobacillus*, který následně využívají mikroorganismy jako *Propionibacterium* a *Veillonella*. Dále se ukazuje, že bakteriofágy přítomné v mateřském mléce jsou přenášeny na kojence a mohou ovlivňovat složení jejich střevního mikrobiomu. Bakterie obsažené v mateřském mléce navíc produkují různé metabolity, například enterokoky, ti jsou hlavními producenty biogenních aminů, jako jsou putrescin a tyramin. Některé kmeny, například *Lactobacillus reuteri* izolovaný z lidského mléka, mohou produkovat metabolity s potenciálně příznivým účinkem, jako je sukcinát nebo laktát (Boudry et al., 2021).

Lipidy a mastné kyseliny obsažené v mateřském mléce rovněž ovlivňují složení střevní mikroflóry kojenců. Některé lipidové složky, například mastné kyseliny se středně dlouhým řetězcem, sfingosin nebo monoacylglyceroly, vykazují baktericidní účinky in vitro. Naproti tomu kyselina olejová může podporovat růst některých druhů rodu *Lactobacillus*. In vitro studie provedené na vzorcích stolice kojenců naznačují, že určité lipidy přítomné v mateřském mléce mohou ovlivnit mikrobiální složení tak, že dochází ke zvýšení abundance bakterií rodů *Lactobacillus* a *Bifidobacterium* a ke snížení zastoupení čeledi *Enterobacteriaceae* (Boudry et al., 2021).

Proteiny a peptidy obsažené v mateřském mléce mohou přispívat k modulaci střevního mikrobiomu. Ačkoliv hlavní mléčné bílkoviny, jako jsou kasein a syrovátkové proteiny se nejvíce jeví jako klíčové faktory ovlivňující střevní mikroflóru, jiné proteinové složky

a nebílkovinné dusíkaté sloučeniny již prokázaly určitý vliv. Například peptidy obsažené v mateřském mléce výrazně stimulují růst bifidobakterií (Boudry et al., 2021).

4.3 Zdravotní benefity kojení zprostředkované střevní mikrobiotou

Kojení představuje důležitý nástroj podpory zdraví dítěte, a to zejména díky svému vlivu na rozvoj střevní mikrobioty a imunitního systému. Mateřské mléko je zdrojem živin, prebiotik a imunomodulačních faktorů, které přispívají k ochraně před infekcemi a modulaci imunitní odpovědi (Masi a Stewart, 2024).

Díky těmto vlastnostem je kojení spojováno s nižším výskytem infekcí dýchacích cest, gastrointestinálních a ušních infekcí. Tyto účinky se projevují nejen v novorozeneckém období, ale až do dvou let věku dítěte. Sít'ové analýzy navíc ukazují, že mikrobiální komunitní struktura mateřského mléka může ovlivnit riziko vzniku alergických onemocnění již v předškolním věku, a to prostřednictvím modulace vývoje imunitní tolerance. Tento mechanismus zdůrazňuje význam kojení jako možného prostředku prevence atopických onemocnění (Masi a Stewart, 2024; Muro-Valdez et al., 2023).

Studie dále ukazují, že vyšší diverzita mikrobioty v mateřském mléce může být spojena s nižším výskytem senzibilizace na potravinové a inhalační alergen. Naproti tomu přítomnost určitých bakterií, jako *Lawsonella*, byla asociována s vyšší prevalencí dětské atopie. Zatímco zastoupení mikroorganismů, jako je *Lachnoanaerobaculum* mohlo poskytovat protektivní účinek proti rozvoji astmatu a atopie (Masi a Stewart, 2024; Muro-Valdez et al., 2023).

Dlouhodobé přínosy kojení se neomezují pouze na časně dětství, ale rovněž můžou přispět k prevenci chronických onemocnění v dospělosti – zejména obezity a diabetu 2. typu. Tento efekt může souviset s časným vývojem střevní mikrobioty, hormonálním složením mléka a schopností dítěte lépe regulovat příjem potravy (Masi a Stewart, 2024).

Kojení je rovněž spojováno s nižším výskytem závažných onkologických onemocnění, jako je dětská leukémie. Ochranný efekt závisí na délce kojení, přičemž nejnižší riziko bylo pozorováno při délce přibližně 9,5 měsíce (Masi a Stewart, 2024).

5 ROLE PORODNÍ ASISTENTKY V PODPOŘE KOJENÍ

Tato kapitola bakalářské práce si klade za cíl představit roli porodní asistentky v podpoře kojení v jednotlivých fázích péče o ženu – během těhotenství, po porodu i v období šestinedělí. Přibližuje, jakým způsobem mohou porodní asistentky přispět k úspěšnému zahájení i udržení kojení prostřednictvím edukace, praktické pomoci a psychické podpory. Důraz je kladen na specifické formy podpory poskytované v různých časových obdobích, přičemž každá z podkapitol se věnuje jedné z těchto fází.

5.1 Edukace a podpora porodní asistentkou

Porodní asistentka hraje klíčovou a kontinuální roli v edukaci a podpoře matek v oblasti kojení, a to od období těhotenství, přes časně poporodní období až po fázi dlouhodobého kojení. Jejich podpora je zásadní pro úspěšné zahájení i udržení kojení. Cílem této edukace je nejen předat matkám nezbytné znalosti, ale také zvýšit jejich sebedůvěru v kojení a pozitivně formovat jejich postoje (Dhaurali a Shrestha, 2025; Kehinde et al., 2023).

5.2 Edukace o kojení během těhotenství

Edukace v oblasti kojení začíná být klíčová již během těhotenství. Prenatální vzdělávání o kojení hraje významnou roli v přípravě budoucích matek, neboť pozitivně ovlivňuje jejich postoj k zahájení kojení a může výrazně zvýšit jejich znalosti i sebe účinnost, které představují důležité psychologické a informační předpoklady pro úspěšné kojení. WHO zdůrazňuje význam edukace o kojení jako základního prvku podpory zdraví již v rámci prenatální péče. Odborně vedená edukace pro rodinu, včetně nácviku správné techniky přisátí, může napomoci tomu, aby si matky tyto dovednosti lépe osvojily a snížilo se riziko poškození bradavek (Gao et al., 2022; Kehinde et al., 2023).

Edukace v těhotenství může probíhat různými způsoby. Porodní asistentky a další edukátoři poskytují informace a podporu formou individuálních nebo skupinových setkání. Alternativně lze využít i moderní formy výuky, jako jsou online platformy, počítačové programy, tablety s výukovými moduly, webové stránky nebo informační brožury. Do prenatální edukace je vhodné zapojit také významné členy rodiny, jako jsou partneři nebo babičky, s cílem posílit rodinnou podporu pro výlučné kojení. Bylo prokázáno, že rodinně orientovaný přístup a zvýšení informovanosti u členů rodiny pozitivně ovlivňují vnímanou podporu ze strany okolí (Gao et al., 2022; Kehinde et al., 2023).

Obsah prenatálních edukačních programů by měl být v souladu s aktuálními doporučeními, například ze strany WHO nebo s principy iniciativy nemocnice přátelské k dětem (Baby-Friendly Hospital Initiative). Typicky zahrnuje vysvětlení významu kojení pro matku i dítě, nácvik správné techniky přisátí a kojení. Také informace o tom, jak poznat, že dítě přijímá dostatek mléka, a rady k prevenci i řešení běžných problémů, které mohou s kojením souviset. Mezi tyto obtíže patří například poranění bradavek, problémy s tvorbou mléka, mastitida nebo situace vyžadující kojení v odloučení od dítěte. V rámci prenatální péče mohou porodní asistentky rovněž provádět vstupní hodnocení znalostí, postojů a úrovně sebeúčinnosti v kojení pomocí vhodných dotazníků (Gao et al., 2022; Kehinde et al., 2023).

5.3 Podpora kojení po porodu a v raném poporodním období

Podpora kojení ze strany porodních asistentek a dalších zdravotnických odborníků intenzivně pokračuje i v raném poporodním období, bezprostředně po porodu a během pobytu v porodnici. Časné zahájení kojení bezprostředně po porodu je často spojeno s kontaktem kůže na kůži mezi matkou a novorozencem. Tato praxe, známá také jako klockánkování při porodu zahrnuje fyzický kontakt bezprostředně po narození a snahu o neoddělování matky a dítěte během prvního kojení. Výzkumy naznačují, že zařazení této metody do vícesložkových programů na podporu kojení může významně urychlit zahájení prvního krmení. Význam kontaktu kůže na kůži by měl být zdůrazňován již v rámci prenatální edukace, kde se matky seznamují s jeho přínosy, což může zvýšit jejich motivaci k využití této praxe (Gao et al., 2022; Kehinde et al., 2023).

Klíčovým prvkem v tomto období je včasné zhodnocení průběhu kojení a rychlé řešení případných obtíží. Porodní asistentky mohou sledovat samotný akt kojení, včetně techniky přisátí, přičemž využívají standardizované hodnotící nástroje. Rychlá identifikace problémů, jako je bolestivost bradavek nebo nesprávné přisátí a jejich včasné řešení jsou zásadní pro úspěšné kojení (Gao et al., 2022; Rodríguez-Gallego et al., 2024).

Bylo prokázáno, že odborná prenatální edukace může výrazně snížit výskyt poškození bradavek během prvních tří dnů po porodu, což souvisí s osvojením správné techniky kojení. Nedostatečné znalosti a dovednosti matek však mohou ztížit včasné rozpoznání a odstranění příčin obtíží při kojení, včetně poškození bradavek nebo problémů s přisátím (Gao et al., 2022).

V rámci standardní poporodní péče mají ženy zpravidla možnost individuální návštěvy u porodní asistentky, kde mohou konzultovat své dotazy a řešit konkrétní potíže s kojením. Součástí běžné péče jsou také konzultace poskytované na vyžádání. Hodnocení průběhu kojení, zvládnutí techniky a stavu bradavek se často provádí v rámci poporodních kontrol, většinou třetí den po porodu (Gao et al., 2022; Rodríguez-Gallego et al., 2024).

5.4 Dlouhodobé udržení kojení v období šestinedělí

Edukační a podpůrná role porodní asistentky zůstává důležitá i po skončení šestinedělí. Zejména pro podporu a udržení kojení v delším časovém horizontu. Studie, které sledovaly ženy až do šesti měsíců po porodu ukázaly, že skupinové intervence vedené porodními asistentkami, často za účasti vrstevnické podpory, mohou výrazně podpořit výlučné kojení. V jedné z těchto studií byl zaznamenán významný nárůst výlučného kojení v intervenční skupině od druhého měsíce po porodu, přičemž statisticky významné rozdíly byly patrné ve čtvrtém a šestém měsíci (Rodríguez-Gallego et al., 2024).

Kontinuální péče a podpora po propuštění z porodnice, například formou návštěv v centrech zdraví matky a dítěte, umožňují další sledování situace a poskytování pomoci. Porodní asistentky by měly být dostupné pro individuální poradenství a řešení obtíží s kojením, i když časové možnosti mohou být omezené. Význam edukace a podpory zdravotnických odborníků pro dlouhodobé udržení kojení dokládají i zjištění, že poradenství poskytované sestrami, porodními asistentkami nebo dulami může výrazně snížit riziko předčasného ukončení kojení (Dhaurali a Shrestha, 2025; Gao et al., 2022; Rodríguez-Gallego et al., 2024).

ZÁVĚR

Tato bakalářská práce se zaměřila na význam kojení ve vztahu k formování střevního mikrobiomu zralých novorozenců. Cílem bylo poukázat na to, že mateřské mléko plní nejen nutriční funkci, ale zároveň představuje významný biologický nástroj, který ovlivňuje raný vývoj dítěte – především prostřednictvím modulace mikrobiálního osídlení střev.

V první části byla nejprve popsána anatomie prsu, mechanismus laktace a složení mateřského mléka. Dále byla pozornost věnována vývoji střevní mikrobioty novorozenců, s důrazem na faktory, které ovlivňují její složení, mezi nimiž hraje klíčovou roli způsob výživy. Na základě odborné literatury bylo prokázáno, že kojené děti mají odlišné složení střevního mikrobiomu oproti dětem krmeným umělou výživou – zejména s vyšším zastoupením bakterií rodu *Bifidobacterium* a *Lactobacillus*, které se podílejí na ochraně střeva a vývoji imunitního systému.

Bioaktivní složky mateřského mléka, mezi které patří například HMOs, imunoglobuliny, laktoferin, enzymy a živé mikroorganismy, jednoznačně ukazují na výjimečnost mateřského mléka z hlediska jeho vlivu na střevní mikrobiom. Jejich synergické působení nepodporuje pouze růst prospěšných bakterií, ale aktivně přispívá k vytváření stabilního a zdravého mikrobiálního prostředí v trávicím traktu novorozence. To následně podporuje správné zrání imunitního systému a snižuje riziko rozvoje řady nemocí v pozdějším věku. Tyto poznatky podtrhují, že kojení nelze vnímat pouze jako způsob výživy, ale jako důležitý biologický proces, který má zásadní dopad na zdraví dítěte již od prvních dnů života. Výsledky výzkumů v této oblasti tak představují významný argument pro podporu a ochranu kojení v rámci zdravotnické péče i celospolečenských strategií.

V práci byla rovněž zdůrazněna edukativní a podpůrná role porodní asistentky, která může svým přístupem pozitivně ovlivnit motivaci matky ke kojení, pomoci při řešení případných komplikací a přispět tak k delšímu udržení výhradního kojení. Edukace a podpora matek by měla být integrální součástí prenatální i postnatální péče, a to nejen z hlediska výživy dítěte, ale i s ohledem na jeho celkové zdraví a prevenci nemocí.

Na základě zjištěných poznatků lze konstatovat, že kojení má nezastupitelný význam pro optimální vývoj střevního mikrobiomu, a tím i pro formování imunitního systému a zdraví novorozence. Mateřské mléko je unikátní a komplexní biologická tekutina, kterou nelze plně nahradit umělou výživou. Do budoucna by proto měla být věnována větší

pozornost nejen výzkumu vztahu mezi kojením a mikrobiomem, ale také praktickým strategiím na podporu kojení v klinické praxi.

Doporučení pro praxi

Na základě zjištěných poznatků je žádoucí, aby byla podpora kojení pevně začleněna do zdravotnické praxe, a to s důrazem na jeho vliv na střevní mikrobiom novorozenců. Klíčové je podpořit časné zahájení kojení, ideálně do první hodiny po porodu, a edukovat matky o výhodách výlučného kojení do šesti měsíců. Porodní asistentky by měly být systematicky vzdělávány v oblasti vlivu složek mateřského mléka na mikrobiom, aby mohly poskytovat odborné a srozumitelné informace. Vhodné je využívat edukační materiály (například brožury, letáky) a zahrnout toto téma do předporodní přípravy i péče v šestinedělí. V neposlední řadě se doporučuje rozšířit kvantitativní výzkum zaměřený na souvislost mezi výživou a vývojem střevního mikrobiomu, což by mohlo přispět k dalšímu zlepšení péče o novorozence.

Limitace dohledaných poznatků

Při zpracování bakalářské práce bylo nutné zohlednit několik limitací, které se týkaly především dostupnosti odborné literatury. Přístup k některým vědeckým článkům byl omezen placeným přístupem, což mohlo mírně snížit rozsah zpracovaných poznatků. Další omezení představovalo časové ohraničení vyhledávaných studií na publikace z posledních deseti let. Tato limitace však nebyla ve výsledku překážkou, neboť odpovídala záměru práce zaměřit se na nejnovější poznatky. Většina použitých článků byla v anglickém jazyce, neboť relevantní odborné informace v češtině byly omezené. Vyhledávání probíhalo pomocí přesně stanovených klíčových slov a čerpané pouze z ověřených databází. Ačkoli tato kritéria mohla zúžit počet dostupných zdrojů, přispěla k zachování odborné kvality a relevance literatury. Uvedené limitace tedy určovaly rámec zpracovávaných informací, nicméně nedošlo k zásadnímu omezení naplnění hlavního ani dílčích cílů práce.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

HÁJEK, Zdeněk; ČECH, Evžen; MARŠÁL, Karel; BINDER, Tomáš; BLÁHA, Jan et al. *Porodnictví*. 3., zcela přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-4529-9. [cit. 2025-05-25].

ROZTOČIL, Aleš; BÁČA, Václav; BINDER, Tomáš; CALDA, Pavel; CVRČEK, Petr et al. *Moderní porodnictví*: 2., přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada, 2017. ISBN 978-80-247-5753-7. [cit. 2025-05-25].

SEZNAM POUŽITÝCH INTERNETOVÝCH ZDROJŮ

BOUDRY, Gaëlle; CHARTON, Elise; LE HUEROU-LURON, Isabell; FERRET-BERNARD, Stéphanie; LE GALL, Sophie et al. The Relationship Between Breast Milk Components and the Infant Gut Microbiota. Online. *Frontiers in Nutrition*. 2021, vol. 8. Dostupné z: <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.629740>. [cit. 2025-05-13].

BELLER, Leen; DEBOUTTE, Ward; FALONY, Gwen; VIEIRA-SILVA, Sara; TITO, Raul Yhossef et al. Successional Stages in Infant Gut Microbiota Maturation. Online. *MBio*. 2021, vol. 12, no. 6. Dostupné z: <https://doi.org/10.1128/mbio.01857-21>. [cit. 2025-05-05].

CHONG, Clara; BLOOMFIELD, Frank a O'SULLIVAN, Justin, 2018. Factors Affecting Gastrointestinal Microbiome Development in Neonates. Online. *Nutrients*. 2018, vol. 10, no. 3. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/nu10030274>. [cit. 2025-04-24].

CHONG, Hui-Yuan; TAN, Loh Teng-Hern; LAW, Jodi Woan-Fei; HONG, Kar-Wai; RATNASINGAM, Vanassa et al. Exploring the Potential of Human Milk and Formula Milk on Infants' Gut and Health. Online. *Nutrients*. 2022, vol. 14, no. 17. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/nu14173554>. [cit. 2025-04-15].

DHAURALI, Shubhecchha a SHRESTHA, Shikhar. The role of nurses, midwives, and doulas on breastfeeding: changes during the COVID-19 pandemic. Online. *Frontiers in Global Women's Health*. 2025, vol. 6. Dostupné z: <https://doi.org/10.3389/fgwh.2025.1469428>. [cit. 2025-05-07].

DROR, Daphna K a ALLEN, Lindsay H. Overview of Nutrients in Human Milk. Online. *Advances in Nutrition*. 2018, vol. 9, no. suppl. 1, s. 278S-294S. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/advances/nmy022>. [cit. 2025-05-05].

FARAH, Erin; BARGER, Mary K.; KLIMA, Carrie; ROSSMAN, Beverly a HERSHBERGER, Patricia. Impaired Lactation: Review of Delayed Lactogenesis and Insufficient Lactation. Online. *Journal of Midwifery & Women's Health*. 2021, vol. 66, no. 5, s. 631-640. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/jmwh.13274>. [cit. 2025-04-11].

FJALSTAD, Jon Widding; ESAIASSEN, Eirin; JUVET, Lene Kristine; VAN DEN ANKER, John N a KLINGENBERG, Claus. Antibiotic therapy in neonates and impact on gut microbiota and antibiotic resistance development: a systematic review. Online. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*. 2018, vol. 73, č. no, s. 569-580. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/jac/dkx426>. [cit. 2025-05-05].

GAO, Haifeng; WANG, Jie; AN, Jing; LIU, Shuyu; LI, Yan et al. Effects of prenatal professional breastfeeding education for the family. Online. *Scientific Reports*. 2022, vol. 12, no. 1. Dostupné z: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-09586-y>. [cit. 2025-05-07].

GONIA, Sara; HEISEL, Timothy; MILLER, Neely; HAAPALA, Jacob; HARNACK, Lisa et al. Maternal oral probiotic use is associated with decreased breastmilk inflammatory markers, infant fecal microbiome variation, and altered recognition memory responses in infants—a pilot observational study. Online. *Frontiers in Nutrition*. 2024, vol. 11. Dostupné z: <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1456111>. [cit. 2025-05-06].

GRECH, Allison; COLLINS, Clare E; HOLMES, Andrew; LAL, Ravin; DUNCANSON, Kerith et al. Maternal exposures and the infant gut microbiome: a systematic review with meta-analysis. Online. *Gut Microbes*. 2021, vol. 13, no. 1. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/19490976.2021.1897210>. [cit. 2025-04-25].

HILL, Cian J.; LYNCH, Denise B.; MURPHY, Kiera; ULASZEWSKA, Marynka; JEFFERY, Ian B. et al. Evolution of gut microbiota composition from birth to 24 weeks in the INFANTMET Cohort. Online. *Microbiome*. 2017, vol. 5, no. 1. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s40168-016-0213-y>. [cit. 2025-04-29].

INCHINGOLO, Francesco; INCHINGOLO, Angelo Michele; LATINI, Giulia; FERRANTE, Laura; DE RUVO, Elisabetta et al. Difference in the Intestinal Microbiota between Breastfeed Infants and Infants Fed with Artificial Milk: A Systematic Review. Online. *Pathogens*. 2024, vol. 13, no. 7. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/pathogens13070533>. [cit. 2025-05-06].

IHEKWEAZU, Faith D. a VERSALOVIC, James. Development of the Pediatric Gut Microbiome: Impact on Health and Disease. Online. *The American Journal of the Medical Sciences*. 2018, vol. 356, no. 5, s. 413-423. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.amjms.2018.08.005>. [cit. 2025-04-28].

JEONG, Sujin. Factors influencing development of the infant microbiota: from prenatal period to early infancy. Online. *Clinical and Experimental Pediatrics*. 2022, vol. 65, no. 9, s. 438-447. Dostupné z: <https://doi.org/10.3345/cep.2021.00955>. [cit. 2025-04-24].

JIA, Qiong; YU, Xue; CHANG, Yanmei; YOU, Yanxia; CHEN, Zekun et al. Dynamic Changes of the Gut Microbiota in Preterm Infants With Different Gestational Age. Online. *Frontiers in Microbiology*. 2022, vol. 13. Dostupné z: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.923273>. [cit. 2025-05-06].

KEHINDE, Jennifer; O'DONNELL, Claire a GREALISH, Annmarie. The effectiveness of prenatal breastfeeding education on breastfeeding uptake postpartum: A systematic review. Online. *Midwifery*. 2023, vol. 118. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.midw.2022.103579>. [cit. 2025-05-07].

KENNEDY, Katherine M.; PLAGEMANN, Andreas; SOMMER, Julia; HOFMANN, Marie; HENRICH, Wolfgang et al. Delivery mode, birth order, and sex impact neonatal microbial colonization. Online. *Gut Microbes*. 2025, vol. 17, no. 1. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/19490976.2025.2491667>. [cit. 2025-04-30].

KHAN, Adnan; MI, Hongying; GAO, Fei; HU, Qi; GU, Xia et al. Dynamic changes of the gut microbial colonization in preterm infants with different time points after birth. Online. *Frontiers in Microbiology*. 2023, vol. 14. Dostupné z: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1078426>. [cit. 2025-05-06].

KORPELA, Katri. Impact of Delivery Mode on Infant Gut Microbiota. Online. *Annals of Nutrition and Metabolism*. 2021, vol. 77, no. suppl. 3, s. 11-19. Dostupné z: <https://doi.org/10.1159/000518498>. [cit. 2025-04-30].

LUGONJA, Nikoleta; MARINKOVIĆ, Vesna; PUCAREVIĆ, Mira; MILETIĆ, Srdjan; STOJIĆ, Nataša et al. Human Milk—The Biofluid That Nourishes Infants from the First Day of Life. Online. *Foods*. 2024, vol. 13, no. 9. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/foods13091298>. [cit. 2025-04-15].

MASI, Andrea C. a STEWART, Christopher J. Role of breastfeeding in disease prevention. Online. *Microbial Biotechnology*. 2024, vol. 17, no. 7. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/1751-7915.14520>. [cit. 2025-05-14].

MATHARU, Dollwin; PONSERO, Alise J.; LENGYEL, Marton; MESZAROS-MATWIEJUK, Agnes; KOLHO, Kaija-Leena et al. Human milk oligosaccharide composition is affected by season and parity and associates with infant gut microbiota in a birth mode dependent manner in a Finnish birth cohort. Online. *EBioMedicine*. 2024, vol. 104. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2024.105182>. [cit. 2025-05-13].

MILANI, Christian; DURANTI, Sabrina; BOTTACINI, Francesca; CASEY, Eoghan; TURRONI, Francesca et al. The First Microbial Colonizers of the Human Gut: Composition, Activities, and Health Implications of the Infant Gut Microbiota. Online. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. 2017, vol. 81, no. 4, s. e00036-17. Dostupné z: <https://doi.org/10.1128/MMBR.00036-17>. [cit. 2025-05-08].

MOUBARECK, Carole Ayoub. Human Milk Microbiota and Oligosaccharides: A Glimpse into Benefits, Diversity, and Correlations. Online. *Nutrients*. 2021, vol. 13, no. 4. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/nu13041123>. [cit. 2025-04-15].

MURO-VALDEZ, Julio César; MEZA-RIOS, Alejandra; AGUILAR-USCANGA, Blanca Rosa; LOPEZ-ROA, Rocio Ivette; MEDINA-DÍAZ, Eunice et al. Online. *Medicina*. 2023, vol. 59, no. 9. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/medicina59091535>. [cit. 2025-05-14].

PADOS, Britt Frisk a CAMP, Lindsey. Physiology of Human Lactation and Strategies to Support Milk Supply for Breastfeeding. Online. *Nursing for Women's Health*. 2024, vol. 28, no. 4, s. 303-314. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.nwh.2024.01.007>. [cit. 2025-04-10].

PEREZ-MUÑOZ, Maria Elisa; ARRIETA, Marie-Claire; RAMER-TAIT, Amanda E. a WALTER, Jens. A critical assessment of the “sterile womb” and “in utero colonization” hypotheses: implications for research on the pioneer infant microbiome. Online. *Microbiome*. 2017, vol. 5, no. 1. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s40168-017-0268-4>. [cit. 2025-04-28].

REYMAN, Marta; VAN HOUTEN, Marlies A.; WATSON, Rebecca L.; CHU, Mei Ling J. N.; ARP, Kayleigh et al. Effects of early-life antibiotics on the developing infant gut microbiome and resistome: a randomized trial. Online. *Nature Communications*. 2022, vol. 13, no. 1. Dostupné z: <https://doi.org/10.1038/s41467-022-28525-z>. [cit. 2025-05-05].

RODRÍGUEZ-GALLEGO, Isabel; CORRALES-GUTIERREZ, Isabel; GOMEZ-BAYA, Diego a LEON-LARIOS, Fatima. Effectiveness of a Postpartum Breastfeeding Support Group Intervention in Promoting Exclusive Breastfeeding and Perceived Self-Efficacy: A Multicentre Randomized Clinical Trial. Online. *Nutrients*. 2024, vol. 16, no 7. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/nu16070988>. [cit. 2025-05-07].

ROUW, Elien; VON GARTZEN, Aleyd a WEISSENBORN, Anke. Bedeutung des Stillens für das Kind. Online. *Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz*. 2018, vol. 61, no. 8, s. 945-951. Dostupné z: <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s00103-018-2773-4>. [cit. 2025-04-09].

SHENHAV, Liat; FEHR, Kelsey; REYNA, Myrtha E.; PETERSEN, Charisse; DAI, Darlene L.Y. et al. Microbial colonization programs are structured by breastfeeding and guide healthy respiratory development. Online. *Cell*. 2024, vol. 187, no. 19, s. 5431-5452.e20. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.cell.2024.07.022>. [cit. 2025-05-08].

SIM, Kathleen; POWELL, Elizabeth; CORNWELL, Emma; SIMON KROLL, J. a SHAW, Alexander G. Development of the gut microbiota during early life in premature and term infants. Online. *Gut Pathogens*. 2023, vol. 15, no. 1. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s13099-022-00529-6>. [cit. 2025-05-06].

SUN, Wen; TAO, Lin; QIAN, Chen; XUE, Pei-pei; DU, Si-si et al. Human milk oligosaccharides: bridging the gap in intestinal microbiota between mothers and infants. Online. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*. 2025, vol. 14. Dostupné z: <https://doi.org/10.3389/fcimb.2024.1386421>. [cit. 2025-05-13].

TIAN, Min; LI, Qihui; ZHENG, Tenghui; YANG, Siwang; CHEN, Fang et al. Maternal microbe-specific modulation of the offspring microbiome and development during pregnancy and lactation. Online. *Gut Microbes*. 2023, vol. 15, no. 1. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/19490976.2023.2206505>. [cit. 2025-04-28].

UZAN-YULZARI, Atara; TURTA, Olli; BELOGOLOVSKI, Anna; ZIV, Oren; KUNZ, Christina et al. Neonatal antibiotic exposure impairs child growth during the first six years of life by perturbing intestinal microbial colonization. Online. *Nature Communications*. 2021, vol. 12, no. 1. Dostupné z: <https://doi.org/10.1038/s41467-020-20495-4>. [cit. 2025-05-05].

VICTORA, Cesar G; BAHLE, Rajiv; BARROS, Aluísio J D; FRANÇA, Giovanny V A; HORTON, Susan et al. Breastfeeding in the 21st century: epidemiology, mechanisms, and lifelong effect. Online. *The Lancet*. 2016, vol. 387, no. 10017, s. 475-490. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)01024-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)01024-7). [cit. 2025-04-09].

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Infant and young child feeding. Online. *World Health Organization*. 2023. Dostupné z: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/infant-and-young-child-feeding>. [cit. 2025-04-09].

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Vývojový diagram – PRISMA	14
---	----

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

DNA	Deoxyribonucleic Acid – deoxyribonukleová kyselina
FIL	Feedback Inhibitor of Lactation – zpětnovazebný inhibitor
HMOs	Human Milk Oligosaccharides – lidské mléčné oligosacharidy
IgA	imunoglobulin A
NGS	Next Generation Sequencing – sekvenování nové generace
PCR	Polymerase Chain Reaction – polymerázová řetězová reakce
rRNA	Ribosomal Ribonucleic Acid – ribozomální ribonukleová kyselina
SIgA	sekreční imunoglobulin A
UNICEF	United Nations Children's Fund – dětský fond Organizace spojených národů
WHO	World Health Organization – Světová zdravotnická organizace