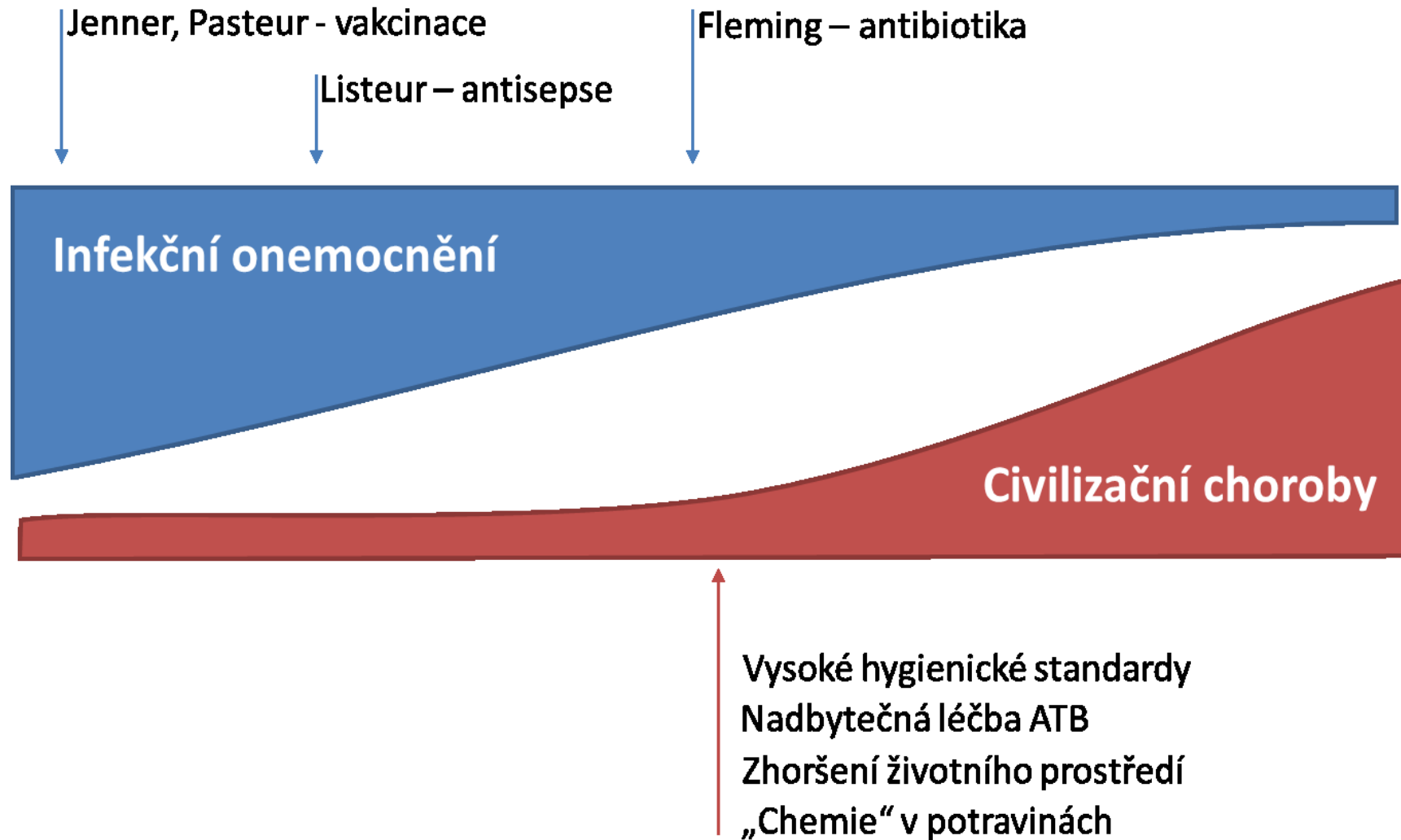


# Úvod do expozomu a expozomových studií

Petra Vídeňská  
videnska@mendelu.cz

Žijeme v blahobytu. Co  
nás trápí?

# Proč jsme pořád nemocní, i když už máme antibiotika a další léky?



Když jeden problém zmizí a další se hned objeví



Je odpovědí expozom?

# Expozomové studie

- **Definice expozomu:**

- Expozom je kompletní **souhrn faktorů**, kterým je organismus vystaven během svého života.

Je odpovědí expozom?

# Expozomové studie

- **Definice expozomu:**

- Expozom je kompletní **souhrn environmentálních faktorů**, kterým je organismus vystaven během svého života. To zahrnuje nejen **vnější faktory** (např. chemikálie, znečištění, strava), ale i **vnitřní faktory** (např. mikrobiota, metabolické procesy, stresové hormony).

- **Expozomové studie:**

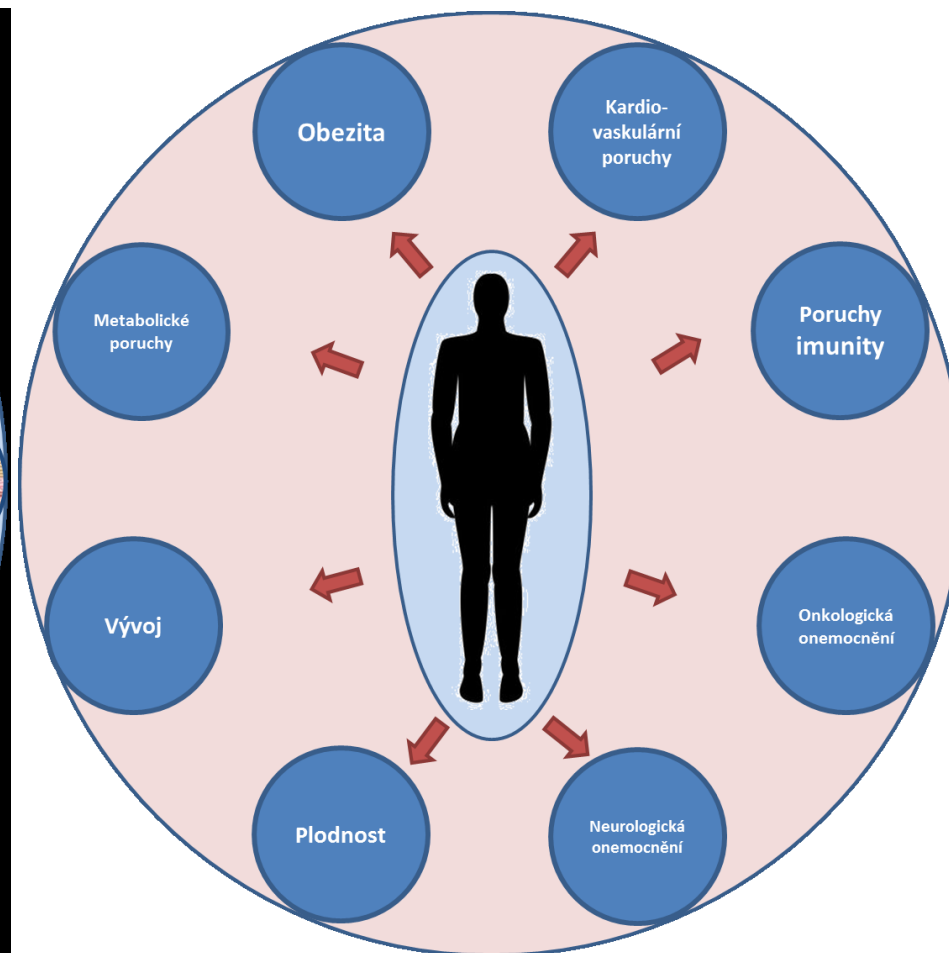
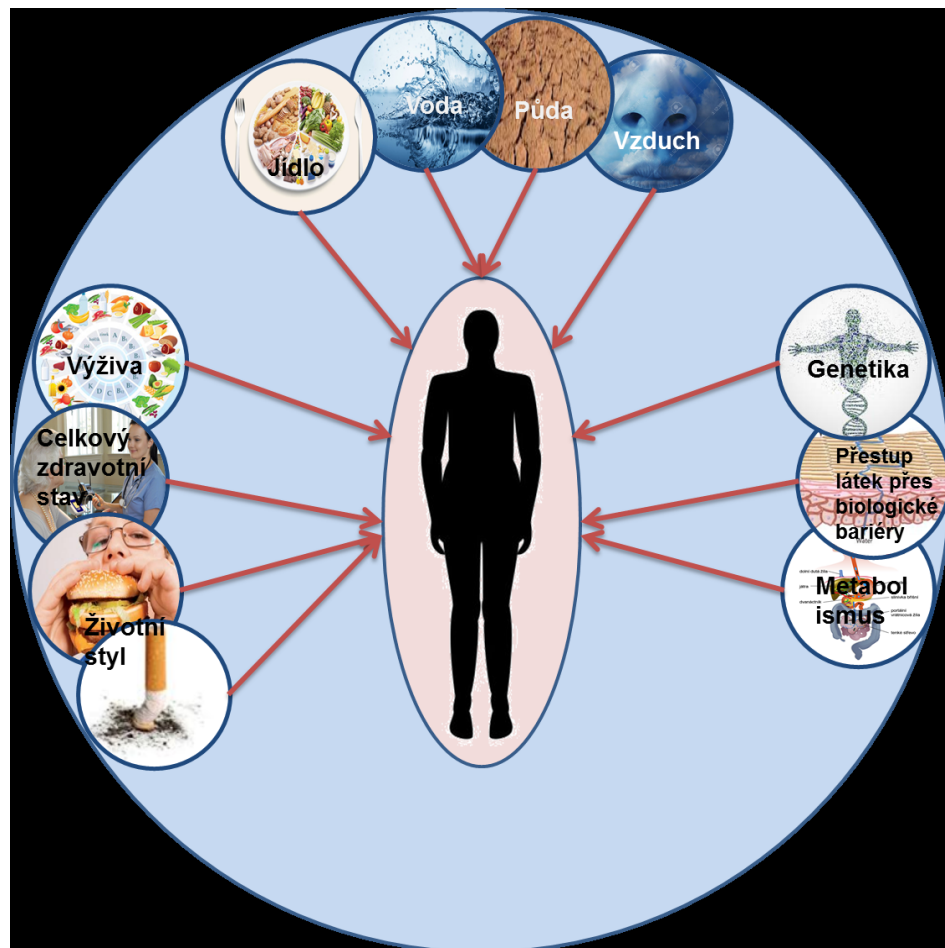
- Expozomové studie zkoumají, jak komplexní interakce mezi těmito environmentálními faktory ovlivňují zdraví člověka, zvířat, nebo rostlin. Na rozdíl od tradičních epidemiologických studií, které často sledují jednotlivé expozice, expozomové studie se snaží zmapovat **všechny možné expozice během života jedince**.

- **Cíl expozomových studií:**

- Cílem je pochopit, **jak různé expozice v kombinaci s dalšími faktory** přispívají ke vzniku nemocí nebo naopak k udržení zdraví.



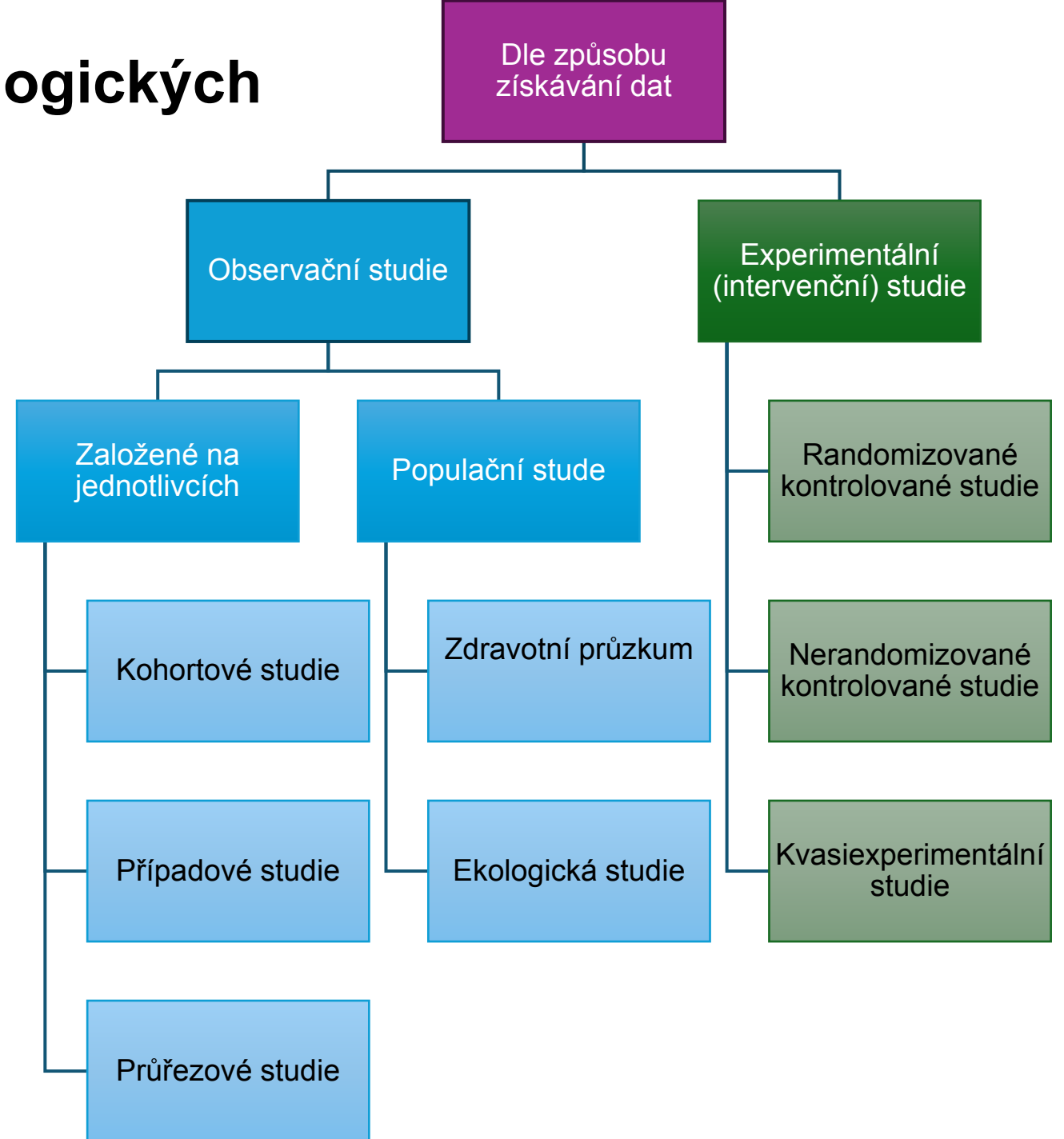
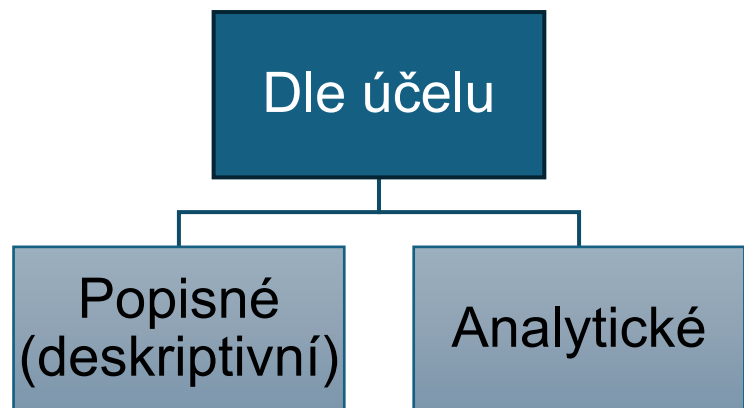
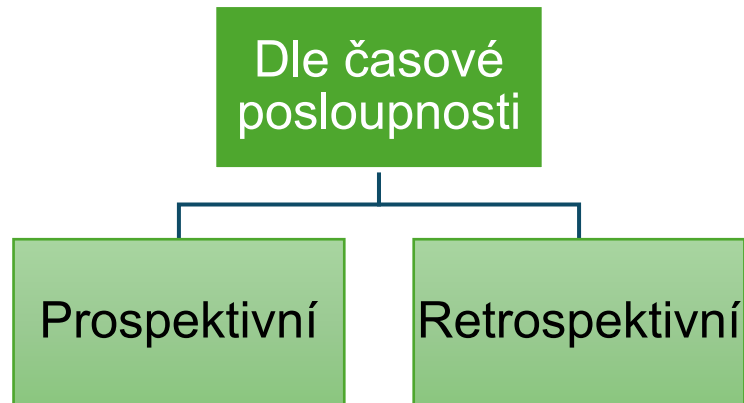
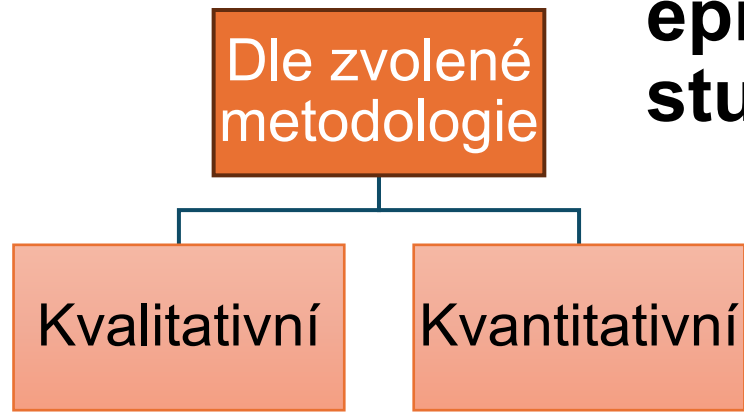
# Expozom



Ale vezměme to hezky  
popořádku: Typy  
epidemiologických studií

# Dělení epidemiologických studií

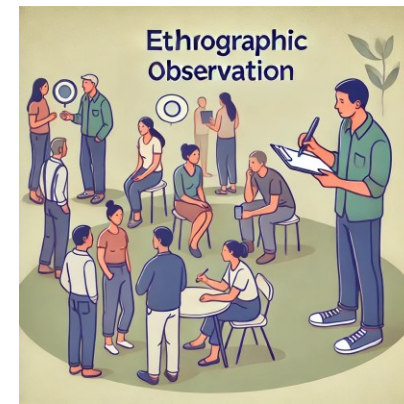
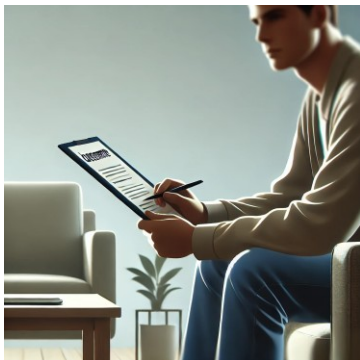
# Dělení epidemiologických studií



# Epidemiologické studie: Dle zvolené metodologie

## 1. Kvalitativní metody:

- **Cíl:** Zkoumají subjektivní zkušenosti, názory a chování účastníků.
- **Typ dat:** Textová data (slova, příběhy, popisy).
- **Metody sběru dat:**
  - *Rozhovory:* Hlubkové rozhovory s jednotlivci o jejich zkušenostech.
  - *Focus groups:* Skupinové diskuse zaměřené na sdílení názorů.
  - *Pozorování:* Sledování chování lidí v jejich přirozeném prostředí.
- **Výstupy:** Detailní porozumění kontextu a významu, ale omezená možnost generalizace.
- **Příklad:** Zkoumání, jak pacienti s chronickým onemocněním vnímají svou léčbu.



# Epidemiologické studie: Dle zvolené metodologie



## 2. Kvantitativní metody:

- **Cíl:** Měří a kvantifikuje vztahy mezi proměnnými pomocí čísel a statistik.
- **Typ dat:** Číselná data (hodnoty, statistiky, měření).
- **Metody sběru dat:**
  - *Dotazníky:* Standardizované otázky s předem definovanými odpověďmi.
  - *Klinická měření:* Např. krevní tlak, cholesterol, hmotnost.
  - *Statistická analýza:* Korelace, regresní analýzy, výpočty rizik.
- **Výstupy:** Obecně platné výsledky, vysoká generalizovatelnost, ale méně kontextu a detailu.
- **Příklad:** Studie zkoumající vztah mezi hladinou cholesterolu a rizikem srdečních onemocnění.

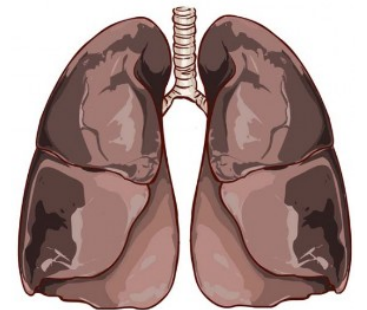
# Epidemiologické studie: Dle časové posloupnosti

## 1. Prospektivní studie

- **Definice:** Studie, která sleduje skupinu jedinců od přítomnosti do budoucnosti.
- **Metodologie:** Výzkumníci začnou sledovat účastníky, kteří byli vystaveni určitému rizikovému faktoru (např. kouření) a pozorují je v čase, aby zjistili, zda se u nich vyvine sledovaný zdravotní výsledek (např. rakovina plic).
- **Výhody:** Možnost přímého sledování vztahů mezi expozicí a výsledkem; lepší kontrola nad sběrem dat.
- **Příklad:** Kohortová studie, která sleduje zdraví lidí vystavených znečištěnému ovzduší po dobu 10 let.



Sledujeme skupinu lidí od přítomnosti do budoucnosti



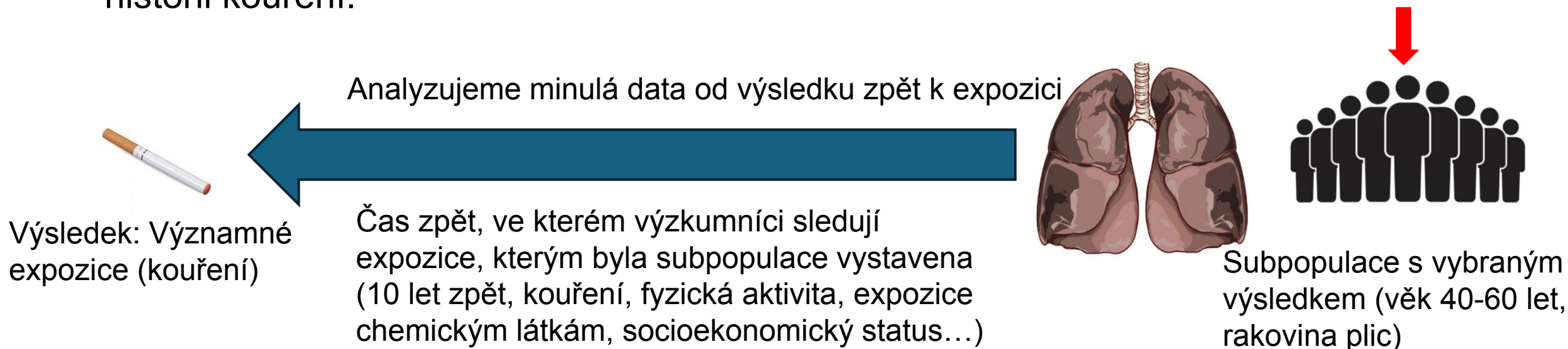
Subpopulace s vybranou expozicí (věk 40-60 let, kouření)

Čas, ve kterém je subpopulace sledována (10 let) Výsledek ( %, rakovina pl

# Epidemiologické studie: Dle časové posloupnosti

## 2. Retrospektivní studie:

- **Definice:** Studie, která zkoumá již existující data – sleduje vztahy od výsledku zpět k expozici.
- **Metodologie:** Výzkumníci začínají u lidí, kteří již onemocněli (např. mají rakovinu plic) a zpětně analyzují, jakým faktorům byli vystaveni (např. kouření).
- **Výhody:** Rychlé a méně nákladné, protože data již existují.
- **Příklad:** Případová studie, která zkoumá, zda pacienti s rakovinou plic mají historii kouření.



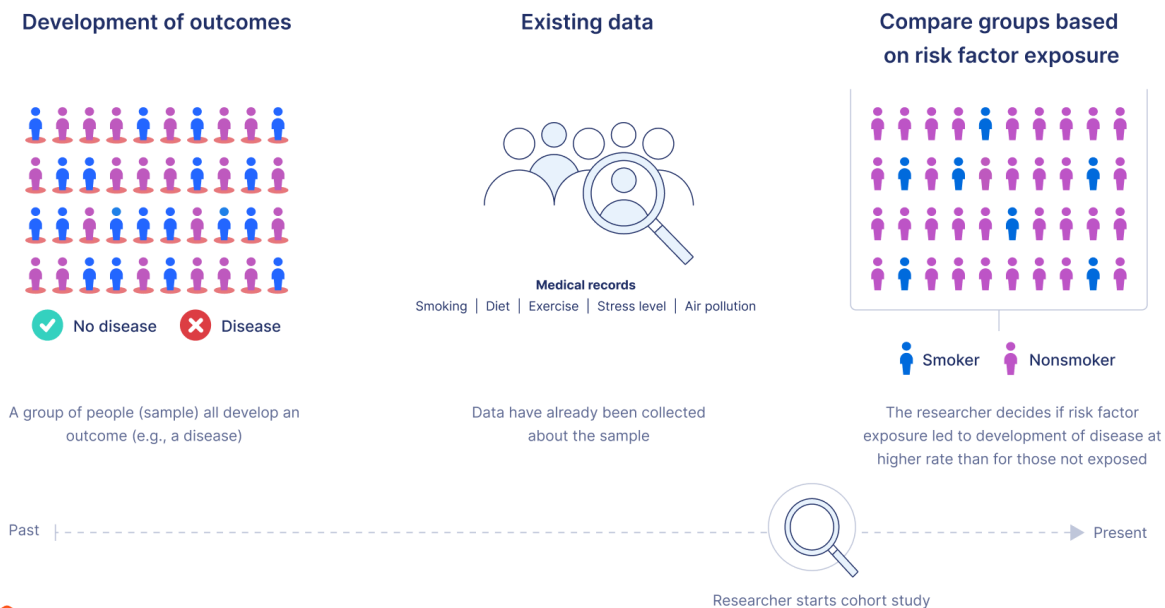


# Prospektivní x Retrospektivní studie

## Prospective Cohort Study



## Retrospective cohort study



# Epidemiologické studie: Dle účelu

## 1. Popisné studie:

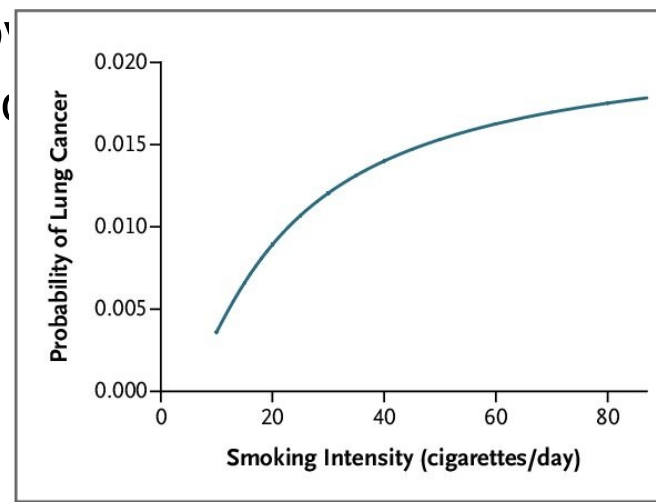
- **Cíl:** Poskytují **přehled** o výskytu nemocí, zdravotního stavu nebo rizikových faktorů v populaci, aniž by se snažily zjistit příčiny nebo vztahy.
- **Zaměření: Kdo, kdy, kde?** Popisují základní charakteristiky populace nebo jevu.
- **Metody:**
  - **Průřezové studie (Cross-sectional):** Zkoumají stav populace v určitém okamžiku (např. kolik lidí trpí obezitou v daném regionu).
  - **Zdravotní průzkumy:** Popisují zdravotní stav celé populace nebo určité skupiny.
- **Výstupy:** Prevalence nemocí, rozložení nemocí v čase a prostoru.
- **Příklad:** Studie zkoumající, kolik procent populace trpí hypertenzí.



# Epidemiologické studie: Dle účelu

## 2. Analytické studie:

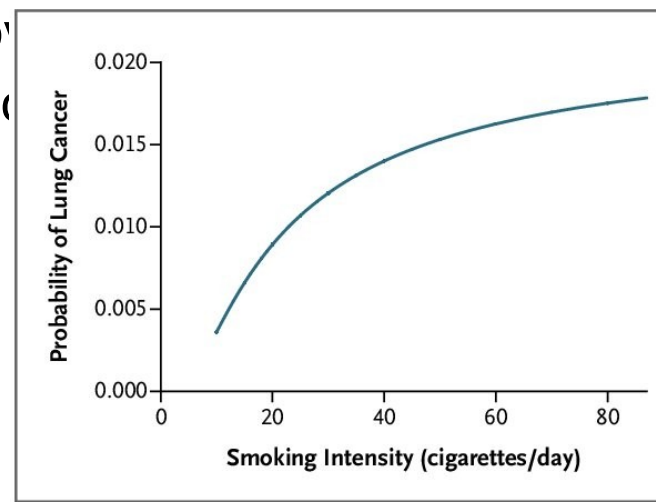
- **Cíl:** Testují hypotézy a zjišťují **příčinné vztahy** mezi expozicí a výsledkem (např. nemocí).
- **Zaměření:** Proč? Jaký je vztah mezi expozicí a výsledkem?
- **Metody:**
  - **Kohortové studie:** Sledují skupiny lidí s různou expozicí v čase a sledují výskyt nemocí.
  - **Případové-kontrolní studie:** Porovnávají nemocné jedince (případy) s kontrolní skupinou bez nemoci a zkoumají expozici v minulosti.
  - **Randomizované kontrolované studie (RCTs):** Experimentální studie, které testují účinnost zásahu nebo léčby.
- **Výstupy:** Zjištění vztahů mezi expozicí a nemocí, stanovení rizik
- **Příklad:** Studie zkoumající, zda kouření zvyšuje riziko rakoviny plic



# Epidemiologické studie: Dle způsobu získávání dat

## 2. Analytické studie:

- **Cíl:** Testují hypotézy a zjišťují **příčinné vztahy** mezi expozicí a výsledkem (např. nemocí).
- **Zaměření:** Proč? Jaký je vztah mezi expozicí a výsledkem?
- **Metody:**
  - **Kohortové studie:** Sledují skupiny lidí s různou expozicí v čase a sledují výskyt nemocí.
  - **Případové-kontrolní studie:** Porovnávají nemocné jedince (případy) s kontrolní skupinou bez nemoci a zkoumají expozici v minulosti.
  - **Randomizované kontrolované studie (RCTs):** Experimentální studie, které testují účinnost zásahu nebo léčby.
- **Výstupy:** Zjištění vztahů mezi expozicí a nemocí, stanovení rizik
- **Příklad:** Studie zkoumající, zda kouření zvyšuje riziko rakoviny plic



# Epidemiologické studie: Dle způsobu získávání dat

## 1. Observační studie

- **Cíl:** Sledovat vztahy mezi expozicemi a zdravotními výsledky, aniž by výzkumníci aktivně zasahovali do sledovaných parametrů.
- **Zaměření:** Zkoumají přirozeně vznikající rozdíly v populaci. Nehledají přímé příčinné souvislosti, ale spíše asociace mezi rizikovými faktory a zdravotními výstupy.
- **Typy studií:**
  - **Studie založené na jednotlivcích:**
    - Tyto studie se zaměřují na data sbíraná od jednotlivých osob. Výzkumníci sledují konkrétní účastníky, analyzují jejich zdravotní stav, expozice a další individuální charakteristiky.
    - Kohortové studie: Sledování skupiny jednotlivců v čase a jejich expozice.
    - Případové studie (Case-control): Porovnávání lidí s nemocí a bez nemoci a zkoumání jejich minulých expozic.
    - Průřezové studie: Měří expozici a výstupy ve stejném čase, poskytují pohled na stav populace v daném okamžiku.
  - **Populační studie:**
    - Tyto studie zkoumají větší skupiny nebo populace, často analyzují agregovaná data z geografických oblastí nebo komunit, spíše než individuální údaje.
    - Zdravotní průzkumy: Poskytují data o zdravotním stavu širších skupin obyvatel.
    - Ekologické studie: Zaměřují se na skupiny, nikoliv jednotlivce, a zkoumají vztahy na úrovni populace.
- **Výstupy:**
  - Identifikace rizikových faktorů, prevalence nemocí, popis zdravotního stavu populace.

# Epidemiologické studie: Dle způsobu získávání dat

## 2. Experimentální studie

- **Cíl:** Zjistit příčinné souvislosti mezi expozicemi a zdravotními výsledky prostřednictvím aktivních zásahů výzkumníků.
- **Zaměření:** Experimentální studie zahrnují aktivní zásah výzkumníků do studovaných podmínek. Účastníci jsou vystaveni specifické intervenci, například léčbě, a jejich reakce jsou sledovány. Tento přístup umožňuje testovat hypotézy o příčinných vztazích.
- **Typy experimentálních studií:**
  - **Randomizované kontrolované studie (RCTs):** Náhodné přiřazení účastníků do intervenční a kontrolní skupiny, což minimalizuje zkreslení a umožňuje jasné určení příčinných vztahů.
  - **Nerandomizované studie:** Intervence je provedena bez náhodného přiřazení účastníků, což zvyšuje riziko zkreslení výsledků.
  - **Kvaziexperimentální studie:** Studie bez randomizace, která kompenzuje chybějící náhodné přiřazení pomocí statistických metod, ale výsledky jsou méně spolehlivé.

# Studie založené na jednotlivcích

Typ studie	Kohortová studie (Cohort study)	Případová-kontrolní studie (Case-control study)	Průřezová studie (Cross-sectional study)
<b>Cíl</b>	Sledování expozice a výskytu nemoci v čase	Porovnání lidí s nemocí a bez nemoci	Popis zdravotního stavu populace v jednom okamžiku
<b>Směr sběru dat</b>	Prospektivní (dopředu v čase) nebo retrospektivní	Retrospektivní (zpětně v čase)	Současný stav (jednorázové)
<b>Výhody</b>	Silné pro kauzalitu, dlouhodobé sledování	Rychlejší, levnější, vhodné pro vzácné nemoci	Rychlé a jednoduché, vhodné pro popis
<b>Nevýhody</b>	Časově náročné a drahé, ztráta účastníků	Potenciální bias z výběru vzorku	Nelze stanovit kauzalitu
<b>Příklad</b>	Sledování skupiny kuřáků a nekuřáků v průběhu let	Porovnání pacientů s rakovinou plic s kontrolní skupinou	Dotazník zjišťující výskyt obezity v dané populaci

# Studie založené na populacích

Typ studie	Zdravotní průzkumy (Health surveys)	Ekologické studie (Ecological studies)
Úroveň analýzy	<b>Jednotlivci</b> (ale výsledky se agregují na úrovni populace)	<b>Populace nebo skupiny</b> (analyzuje skupiny jako celek)
Cíl	<b>Popis zdravotního stavu populace</b> a rozložení rizikových faktorů (prevalence nemocí, chování související se zdravím)	<b>Analyzovat vztahy</b> mezi expozicemi (např. znečištění) a zdravotními výsledky (např. výskyt nemocí) na úrovni celé skupiny
Typ dat	<b>Individuální data</b> , sbíraná prostřednictvím dotazníků, vyšetření nebo rozhovorů, následně agregovaná na úroveň populace	<b>Agregovaná data</b> na úrovni populací, regionů nebo skupin (např. míra znečištění v regionu vs. míra rakoviny v regionu)
Kauzalita	Nemohou stanovit kauzalitu, ale poskytují přehled o <b>zdravotním stavu</b> populace	Potenciálně naznačují kauzalitu, ale riskují <b>ekologický omyl</b> (chybné závěry o jednotlivcích na základě skupinových dat)
Výhody	<b>Detailní popis</b> zdravotního stavu populace, může identifikovat rizikové skupiny nebo trendy ve zdravotním chování	Umožňuje <b>rychlou analýzu vztahů</b> mezi expozicemi a nemocemi na velkých populačních úrovních
Nevýhody	<b>Omezená možnost kauzálního vysvětlení</b> ; potřebuje velké vzorky pro reprezentativnost	<b>Ekologický omyl</b> : Výsledky na úrovni skupin nemusí odpovídat individuálním vztahům

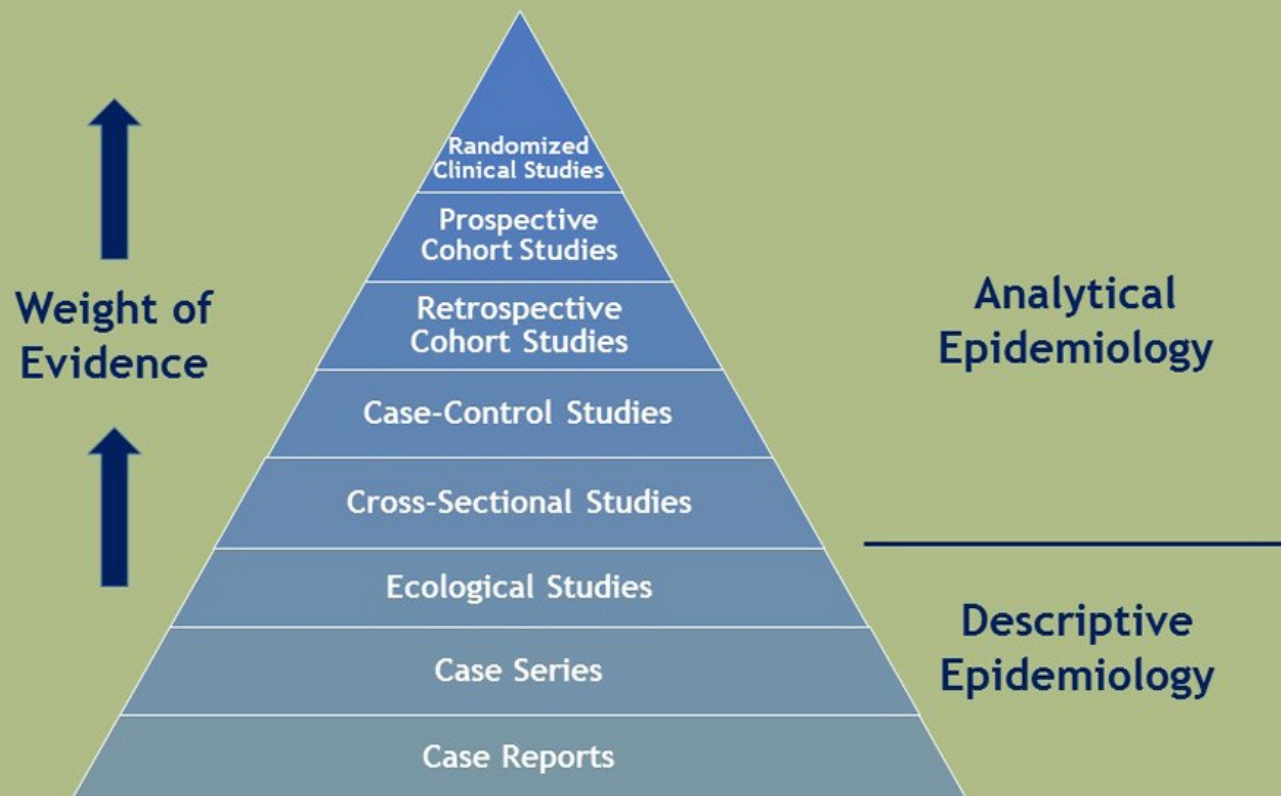


# Experimentální studie

Typ studie	Randomizovaná kontrolovaná studie (Randomized controlled trial - RCT)	Nerandomizovaná kontrolovaná studie (Non-randomized controlled trial)	Kvasiexperimentální studie (Quasi- experimental study)
<b>Cíl</b>	Testování účinku intervence s náhodným rozdělením účastníků	Testování intervence bez náhodného přiřazení	Testování intervence bez náhodného rozdělení, často v přirozeném prostředí
<b>Randomizace</b>	Ano, účastníci jsou náhodně rozděleni do skupin	Ne, účastníci nejsou náhodně přiřazeni	Ne, ale intervence je prováděna
<b>Výhody</b>	Zlato-standard pro kauzalitu, kontrola proměnných	Méně náročné na provedení, ale stále relevantní	Umožňuje intervence tam, kde RCT není možné provést
<b>Nevýhody</b>	Nákladné, časově náročné	Větší riziko biasu, protože chybí randomizace	Nízká kontrola nad proměnnými, vyšší riziko biasu
<b>Příklad</b>	Testování nové vakcíny proti chřipce s náhodným rozdělením účastníků	Testování vlivu diety na hubnutí v jedné škole bez randomizace	Program zlepšení zdraví v komunitě s porovnáním výsledků před a po intervenci

# Hierarchie epidemiologických studií

## Evidence Hierarchy of Epidemiological Study Designs



Tento diagram znázorňuje **hierarchii epidemiologických studií** podle jejich **důkazní síly** (weight of evidence). Na vrcholu pyramidy jsou studie s nejvyššími důkazy, které poskytují nejspolehlivější výsledky, zatímco na spodní části pyramidy jsou studie s nižší úrovní důkazů, ale stále důležité pro popis zdravotních problémů.

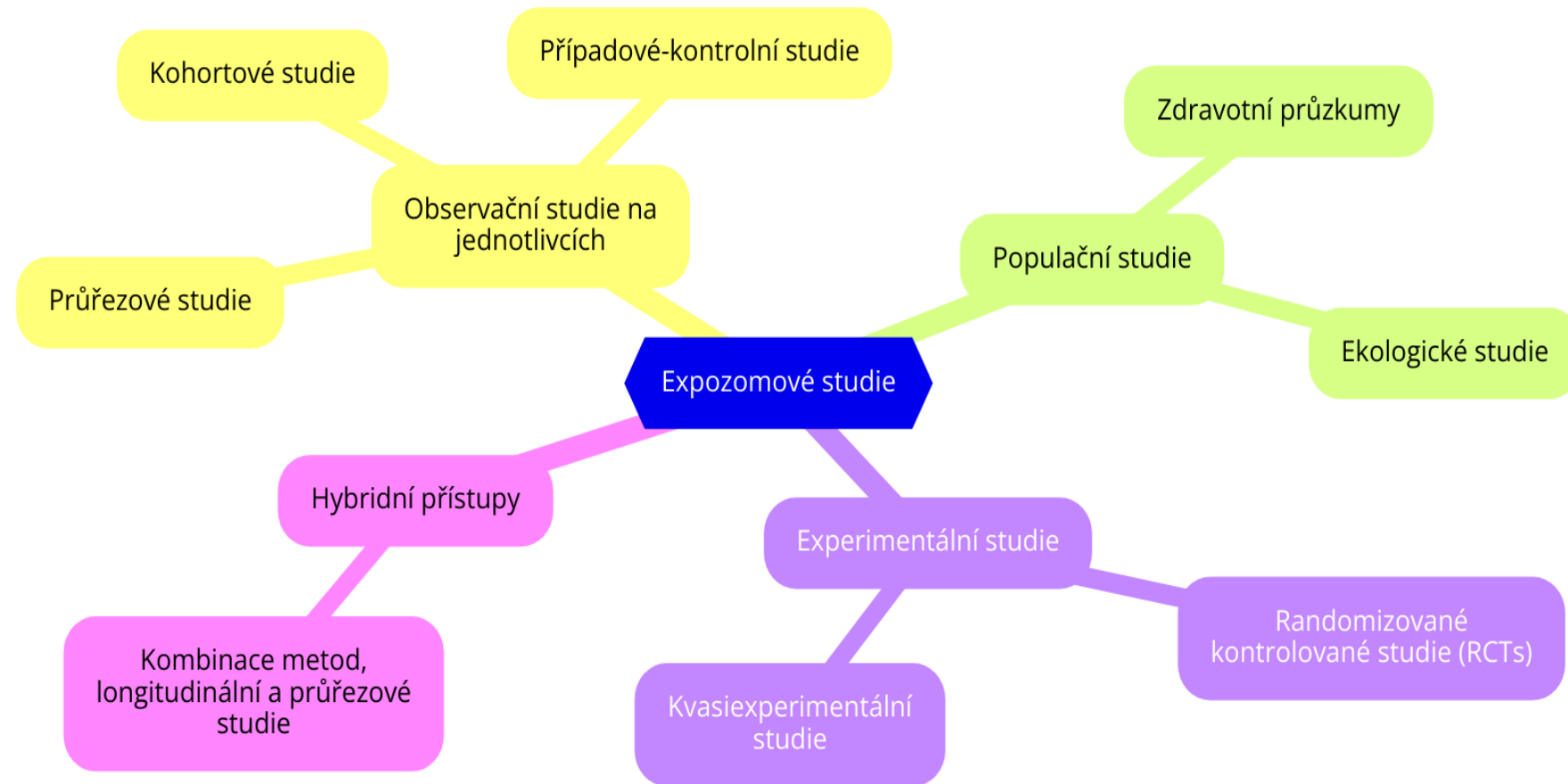
**Deskriptivní epidemiologie** (spodní část):

•**Případové zprávy, klinické série, ekologické studie a průřezové studie.** Tyto studie **popisují výskyt nemocí**, ale nezkoumají příčiny.

**Analytická epidemiologie** (horní část):

•**Případové-kontrolní studie, kohortové studie** (prospektivní a retrospektivní) a **randomizované klinické studie.** Tyto studie **testují hypotézy** a hledají **příčinné vztahy** mezi expozicí a nemocí.

# Expozomové studie využívají metody různých epidemiologických studií



Expozomové studie se **prolínají napříč různými typy epidemiologických studií** a zkoumají vlivy prostředí na zdraví.

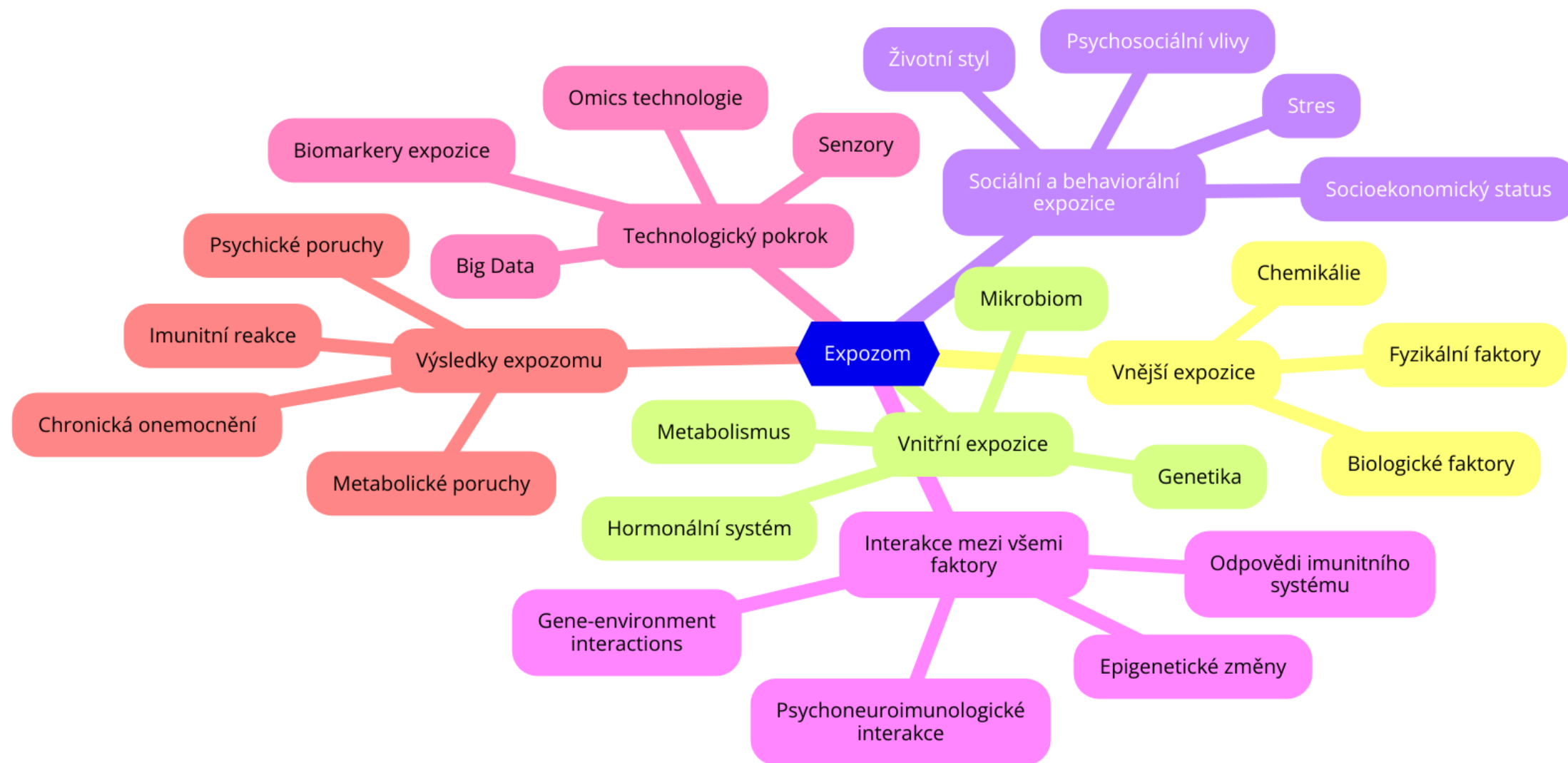
**1. Observační studie na jednotlivcích:** Kohortové, případové-kontrolní a průřezové studie sledují expozice u jednotlivců. Kohortové studie například sledují dlouhodobé vlivy expozic, zatímco průřezové studie měří současný stav expozic a zdraví.

**2. Populační studie:** Zdravotní průzkumy a ekologické studie analyzují expozice a zdravotní výsledky na úrovni celých populací, například vztah mezi znečištěním a nemocemi v různých regionech.

**3. Experimentální studie:** Randomizované kontrolované studie a kvasiexperimentální studie testují intervence, které snižují expozice (např. filtrace vzduchu), a sledují dopady na zdraví.

**4. Hybridní přístupy:** Expozomové studie často kombinují více metod a propojují individuální a populační přístupy, aby získaly komplexní pohled na

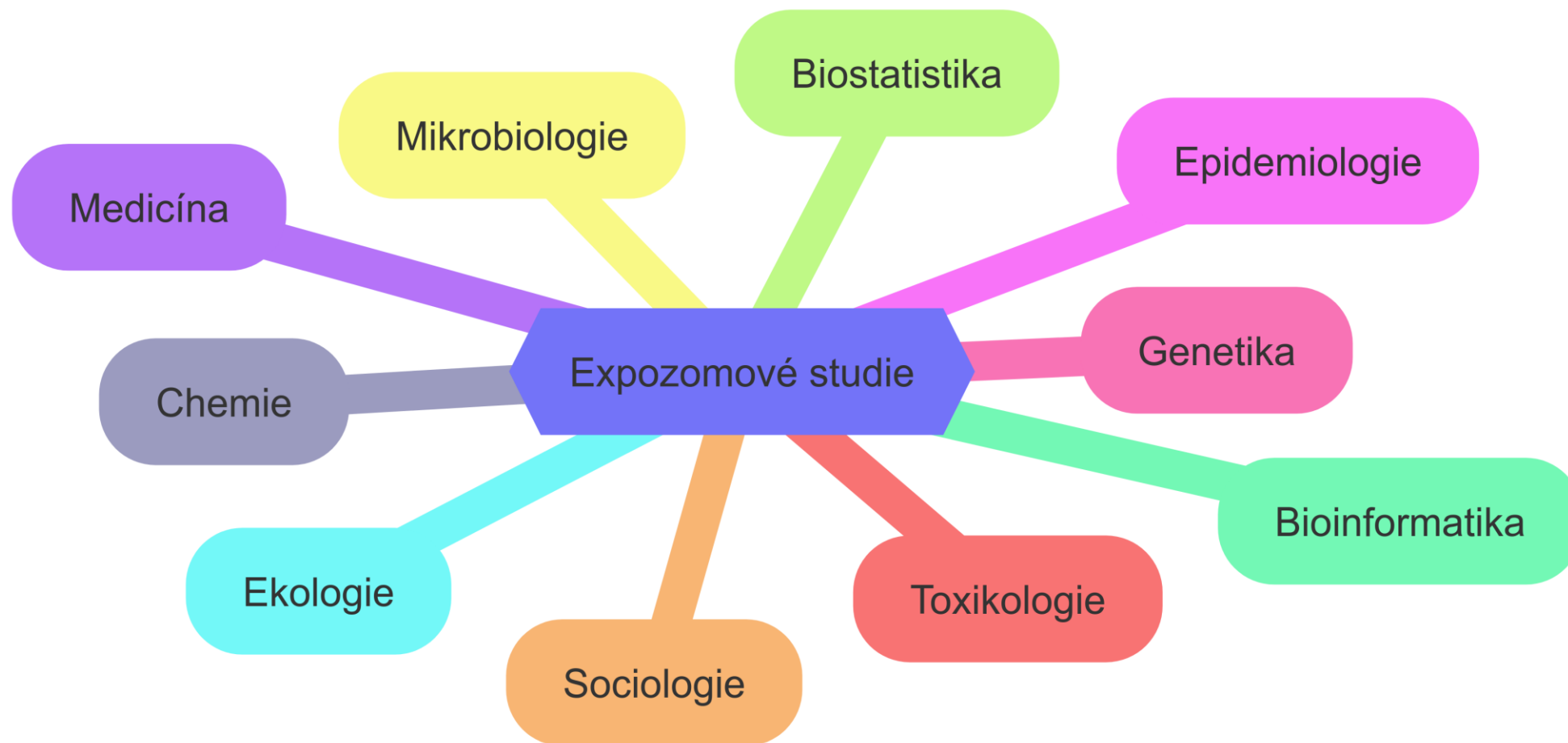
# Současný expozom



# Expozomové studie jsou o spolupráci

Práce pro skupinu: Jaké obory (vědní disciplíny) byste u expozomových studií očekávali? Vypsát na papír (5 min.) a jeden mluvčí přednese všem.

# Multioborovost je kľúčová



# Jednotlivé vědní směry:

## 1. Epidemiologie

- Epidemiologie je základní disciplína v expozomových studiích, protože se zabývá studiem rozložení a determinant zdraví a nemocí v populaci. Expozomové studie se v epidemiologii zaměřují na identifikaci vzorců environmentálních expozičních a jejich vztahu k nemocem.

## 2. Toxikologie

- Toxikologové zkoumají, jak různé chemické látky a toxiny ovlivňují lidské zdraví. V kontextu expozomu se zabývají expozicemi chemikáliím a jejich dopady na tělo, například vlivem pesticidů, znečištění vzduchu nebo chemických přísad v potravinách.

## 3. Genomika

- Genomika hraje klíčovou roli v expozomových studiích tím, že zkoumá interakce mezi genetickou informací a environmentálními expozicemi (tzv. gene-environment interactions). Pomáhá vědcům lépe pochopit, jak genetika ovlivňuje odpovědi na environmentální faktory.

## 4. Epigenetika

- Epigenetika zkoumá, jak environmentální expozice mohou ovlivňovat změny v expresi genů, aniž by docházelo k mutacím v samotném genetickém kódu. Epigenetické změny hrají klíčovou roli ve studiu, jak faktory prostředí (např. stres, strava, chemikálie) ovlivňují zdraví a vývoj nemocí.

## 5. Mikrobiologie a mikrobiomika

- Mikrobiologové zkoumají mikroorganismy, včetně lidského mikrobiomu, který hraje důležitou roli v reakci na environmentální expozice. Mikrobiomika je obor, který se zaměřuje na studium mikrobioty, například střevního mikrobiomu, a jeho vztahu ke zdraví a nemocem v rámci expozomových studií.

## 6. Veřejné zdraví

- Odborníci na veřejné zdraví zkoumají, jak environmentální a sociální faktory ovlivňují zdraví populací. V expozomových studiích hraje veřejné zdraví klíčovou roli při identifikaci faktorů, které přispívají k výskytu nemocí v různých socioekonomických skupinách a geografických oblastech.

# Jednotlivé vědní směry:

## 7. Sociální vědy a behaviorální vědy

- Sociální vědy, jako je sociologie a psychologie, jsou klíčové pro zkoumání **sociálních determinant zdraví**, jako je socioekonomický status, stres, podpora komunity a psychosociální vlivy. Behaviorální vědy zase přináší vhled do vlivu životního stylu a chování (např. kouření, stravovací návyky) na reakci na environmentální expozice.

## 8. Toxikogenomika

- Tento obor kombinuje toxikologii a genomiku a zkoumá, jak genetické změny způsobené toxiny ovlivňují biologické procesy v těle. Toxikogenomika poskytuje detailní náhled na molekulární mechanismy působení chemických expozic.

## 9. Biostatistika a bioinformatika

- Biostatistickí a bioinformaticí se podílejí na analýze velkých dat (big data), která pocházejí z expozomových studií. Pomáhají vytvářet modely, které analyzují vztahy mezi genetickými daty, expozicemi a zdravotními výsledky, a zajišťují, aby byly data správně interpretována.

## 10. Omické technologie:

- **Proteomika, metabolomika a transkriptomika** jsou technologie, které zkoumají proteiny, metabolity a expresi genů v souvislosti s environmentálními expozicemi. Tyto technologie poskytují detailní pohled na to, jak organismus reaguje na různé vlivy z prostředí.

## 11. Ekologie a environmentální vědy

- Environmentální vědci a ekologové zkoumají, jak změny v životním prostředí (např. znečištění, změny klimatu) ovlivňují zdraví lidí a ekosystémů. V rámci expozomových studií přináší důležité poznatky o vlivu prostředí na zdraví populací.

## 12. Klinická medicína a preventivní medicína

- Lékaři a odborníci na preventivní medicínu zkoumají, jak se výsledky expozomových studií dají využít pro prevenci nemocí a zlepšení zdraví pacientů. Zabývají se možnostmi intervence a identifikace rizikových faktorů na základě expozomových dat



# Data v exposomových studiích

# Typy dat: Tvrdá vs. měkká data

## Tvrdá data

Tvrdá data jsou objektivní, kvantitativní a měřitelná data, která jsou získávána přesnými a standardizovanými metodami.

### •Příklady:

- Biologické vzorky (krev, moč, sliny), které jsou analyzovány pomocí laboratorních testů.
- Výsledky lékařských vyšetření (např. skeny mozku, měření krevního tlaku, hodnoty hormonů nebo biomarkerů).
- Data ze senzorů a přístrojů (např. měření kvality ovzduší, hladiny chemikálií ve vodě, teploty).
- Genetická a epigenetická data (např. sekvenování DNA).

**Význam:** Tvrdá data jsou považována za spolehlivější, protože jsou objektivně měřitelná a mohou být opakovaně ověřena nezávislými měřeními. Jsou klíčová v expozomových studiích, protože poskytují konkrétní a vědecky ověřitelné důkazy o expozicích a jejich dopadech na zdraví.

# Typy dat: Tvrdá vs. měkká data

## Měkká data:

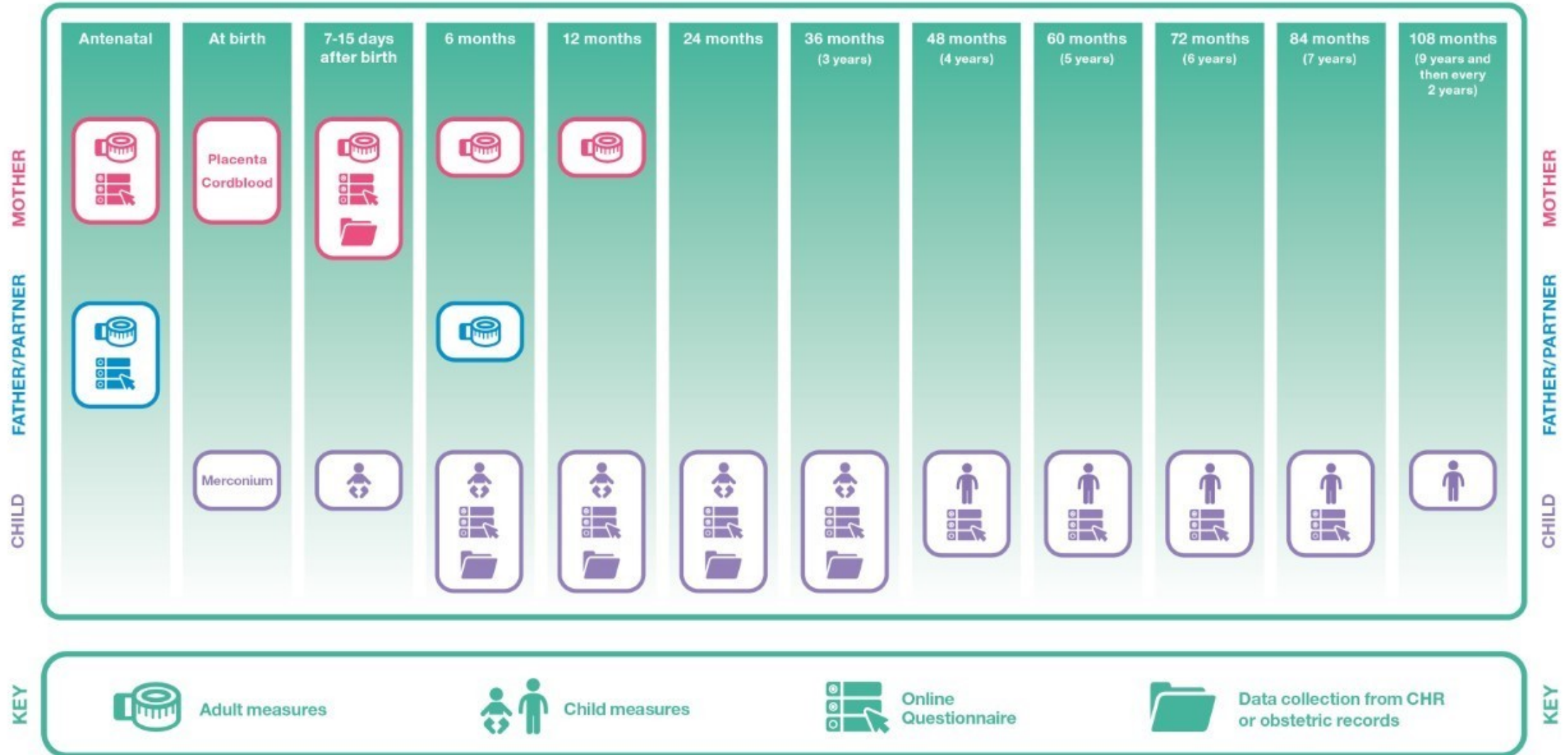
Měkká data jsou subjektivní, kvalitativní informace, které jsou často získávány prostřednictvím dotazníků, rozhovorů nebo sebehodnocení. Měkká data mohou být ovlivněna osobními názory, zkušenostmi a interpretacemi účastníků.

### •Příklady:

- Sebehodnocení zdraví a životní pohody (dotazníky o vnímání zdraví, stresu).
- Socioekonomický status, výživa a životní styl na základě dotazníků.
- Psychologické dotazníky zaměřené na úroveň stresu, emocionální stav nebo úroveň podpory z okolí.
- Údaje o fyzické aktivitě zaznamenané účastníky studie (např. počet hodin cvičení týdně).

**Význam:** Měkká data jsou důležitá pro pochopení širšího kontextu, v němž účastníci studie žijí, například jejich vnímání zdraví a vlivu životního prostředí. Přestože jsou subjektivní, poskytují klíčové informace o psychosociálních a behaviorálních aspektech, které tvrdá data sama o sobě nezachytí.

# Jak data získáváme?



# Jak data získáváme?

## 1. Biologické vzorky

- Krev:** Pro analýzu genetiky, hormonů, metabolitů, biomarkerů expozic.
- Moč:** Pro sledování chemických expozic a metabolitů.
- Sliny:** Pro analýzu hormonálních změn (např. kortizolu, ukazatele stresu).
- Stolice:** Pro analýzu střevního mikrobiomu a jeho vztahu ke zdraví.
- Vlasy:** Pro dlouhodobé sledování expozice chemikáliím a toxickým látkám

# Jak data získáváme?

## 2. Lékařská vyšetření

- **Skeny mozku (MRI, fMRI):** Pro zkoumání vlivu expozic na vývoj a funkci mozku, kognitivní funkce, vývoj neurodegenerativních onemocnění.
- **Lung function test:** Pro hodnocení plicní kapacity a funkce v souvislosti s expozicí znečištěnému ovzduší.
- **Kardiovaskulární testy:** Pro sledování vlivu expozic na srdeční a cévní zdraví.
- **Růstové a antropometrické měření:** Výška, váha, BMI pro sledování fyzického vývoje, zejména u dětí.
- **Kožní testy:** Pro alergie a citlivost na toxiny nebo environmentální látky.

# Jak data získáváme?

## 3. Dotazníky

- **Socioekonomický status:** Příjem, vzdělání, zaměstnání a další faktory ovlivňující životní podmínky a přístup ke zdravotní péči.
- **Stravovací návyky:** Záznam o výživě matky i dítěte, který může ovlivňovat dlouhodobé zdraví.
- **Motorický vývoj dítěte:** Hodnocení vývojových milníků dítěte, jako je pohyblivost, koordinace a vývoj řeči.
- **Environmentální dotazník:** Zahrnuje expozici toxickým látkám v domácnosti, znečištění ovzduší, přístup k zeleným plochám a fyzické aktivitě.

# Jak data získáváme?

## 4. Vzorky z prostředí

- **Vzduch:** Monitorování kvality ovzduší v domácnosti a okolí, detekce znečištění a jemných částic (pasivní x aktivní samplovač).
- **Voda:** Vzorky pitné vody pro analýzu přítomnosti těžkých kovů a chemikálií.
- **Půda a prach:** Analýza domácího prachu a půdy z okolí domu pro detekci přítomnosti pesticidů nebo jiných toxických látek.



# Jak data získáváme?

## 5. Sensory na těle (např. náramek)

- **Nositelné senzory:** Sledování pohybové aktivity (kroky, srdeční frekvence) a dalších fyziologických dat (spánek, hladina kyslíku) pomocí senzorů, jako jsou chytré hodinky nebo náramky. Monitorování v reálném čase.