

Periodikum z histologie & embryologie

Ústav histologie and embryologie

3. lékařská fakulta University Karlovy v Praze

Říjen

2014

Ročník 2/ Číslo 1

Interní časopis 3.LF UK, Ústav histologie & embryologie

Redakční rada:

MUDr. Klára Matoušková – editor

klara.matouskova@lf3.cuni.cz

MUDr. Lucie Hubičková-Heringová, Ph.D.

MUDr. Eva Maňáková, Ph.D.

Přístupné na:

<http://www.lf3.cuni.cz/cs/pracoviste/histologie/phe>

Co se děje...

Inu, otevřel se před námi nový semester. Pro mnohé z vás, studentů, je to první semestr na vysoké škole. Přejeme vám, aby se vám u nás líbilo, a také dařilo. Obé, hlavně však to druhé, závisí především na vás samých. V průběhu dvou semestrů se budeme za Ústav histologie a embryologie setkávat při přednáškách a prakticích v rámci modulu Buněčné základy medicíny. Těšíme na vzájemně inspirativní interakce, na to, že budete studenty, kteří touží po poznání a vědění, a kteří jsou si vědomi, že ani jedno ani druhé nepřijde jako mana z nebes, studenty kteří jsou pevně odhodláni a připraveni studovat ve dne v noci, kriticky přemýšlet a uvažovat v souvislostech. Přejeme vám, aby dennodenní náročné studium neumožnilo vaše nadšení, aby vám jiskra a schopnost nadhledu zůstala po celou dobu studia.

Kdo je kdo...

MUDr. Eva Maňáková, Ph.D.

eva.manakova@lf3.cuni.cz

Absolvovala naši *alma mater* ještě jako fakultu se zaměřením na preventivní lékařství (Lékařská fakulta hygienická UK), a po promoci nastoupila na Ústav histologie LFH UK. Pod vedením doc. Václava Janouta, CSc. si osvojila základní i pokročilé histologické techniky, které později doplnila o metody histochemie a imunohistochemie. Své bohaté histologické zkušenosti od počátku předává studentům při výuce, a ve stručném podání je naleznete i ve skriptech s názvem *Metody v histologii*.

Patří do kolektivu autorů, kteří se postarali o překlad vynikající, a stále aktualizované učebnice s názvem *Histologie* od profesorky Renate Lüllmann-Rauch, z německého originálu. Věnuje se také experimentální embryologii a teratologii, v postgraduálním studiu se zabývala vývojem pankreatu v normálních a experimentálních podmínkách. Od roku 2001 vede Českou teratologickou informační službu (CZTIS), která sídlí na půdě Ústavu histologie a embryologie 3. LF UK a je určena pro poradenství v otázkách rizika léčby a zevního prostředí na vyvíjející se zárodek. MUDr. Eva Maňáková je úspěšnou řešitelkou řady grantů, autorkou četných článků v domácích a zahraničních časopisech a dobře míněných rad studentům. Naslouchejte jim zvesela a pozitivně!

Lucie Hubičková-Heringová

MUDr. Lucie Hubičková – Heringová, Ph.D.

lucie.hubickova@lf3.cuni.cz

Jsem také absolventkou naší fakulty, také ještě z doby kdy byla zaměřena na preventivní lékařství. Na téže fakultě jsem úspěšně dokončila postgraduální studium pod vedením profesora a přednosty Ústavu histologie a embryologie 3. LF UK Richarda Jelínka, a na tomto Ústavu jsem následně začala působit. Prof. Jelínek se celoživotně věnoval teratologii a vývojové toxikologii tedy oborům, které sledují mechanismus vzniku vývojových vad a následky vlivu prostředí na vyvíjející se zárodek. Tomuto výzkumnému zaměření se věnujeme dodnes a využíváme pro něj zárodek kuřete jako modelový organismus. Od roku 2001 jsem se zapojila do Teratologického poradenství (CZTIS). Najdete mě v místnosti **326** ve třetím patře, či v laboratoři v místnosti číslo **520** v pátém patře.

*

Vysokoškolští učitelé teoretických oborů jako je např. histologie, fyziologie či biochemie se vedle svých výukových povinností věnují také výzkumu. Ani vaši vyučující na Ústavu histologie a embryologie nejsou výjimkou! Již druhým rokem máme třináct studentů z vyšších ročníků, kteří jsou nám – a také vám – dobrovolně ku pomoci na praktických cvičeních. Těšíme se, že s jejich tolik potřebnou přítomností při výuce budeme mít na Ústavu možnost si zase v nadcházejícím čase trochu více zabádat a rozmnožit počet zajímavých poznatků a publikací v oboru teratologie! S vašimi staršími kolegy se budete setkávat na praktických cvičeních a pomohou vám také s diagnostikou histologických preparátů v čase individuálního studia.

*

Karen Vávrová

karen.vavrova@lf3.cuni.cz

je zkušená histologická laborantka, kterých již, pravda, není dnes mnoho. Připravuje všechny histologické preparáty, se kterými budete pracovat. Poněvadž si je dobře vědoma kolik práce stojí připravení preparátu a to ručně, nikoliv v automatizovaném provozu jako je to třeba v histopatologických laboratořích, velmi dbá na pořádek a dodržování pravidel v učebně a při jakékoli manipulaci s preparátem. Najdete ji v místnosti číslo 322, která sousedí s praktikárnou.

Lucie Hubičková-Heringová

MUDr. Ondřej Balík

ondrej.balik@lf3.cuni.cz

Asistent

Na Ústav mě přivedla potřeba učit. Výhledově se chci věnovat klinické medicíně, ale nějakou dobu se rád zdržím na akademické půdě. Miluju hudbu, rád čtu a přemýšlím, mám čokla, rekreačně jsem vyzkoušel snad všechny sporty na světě. Budu sedět v místnosti 311, kde mne spolehlivě najdete v konzultačních hodinách, které po domluvě vypíšu. Mimo tyto hodiny budu vám, studentům, rád k dispozici, pokud mi to další práce dovolí. Výuku chci směřovat ke hledání smyslu předkládaných informací a ke kritickému myšlení. Nemám rád povýšenost a ledabylé generalizace.

Michal Skála

michal.skala@lf3.cuni.cz

Sekretariát Ústavu histologie a embryologie, 3. LF UK

Je mi 32 let a na 3.LF UK mě přivál přátelský kolektiv, zvědavost poznat zase jiné prostředí, a tak jsem svolil, že tu budu obsluhovat několik hodin týdně sekretariát. Jinak momentálně překládám z angličtiny jako volnonožec. Mám rád filozofii, arašidy v čokoládě a sbírám „random acts of kindness stories“. Určitě mi je v jakékoli formě (video/text/obrázek/...) pošlete! Mým cílem je maximálně studentům odlehčit od nezbytné administrativy. Takže takový nosič vody našim milým pánům doktorům a sympatickým paním doktorkám... Jsem téměř digitální domorodec, takže rozhodně spoustu věcí vyřídíme po síti. Nepotěší mě zrovna, když se mnou něco přijdete řešit na poslední chvíli (před 12. hodinou), ale jinak jsem tu pro vás. Hodně štěstí ve studiu!

MUDr. Klára Matoušková, MPH

klara.matouskova@lf3.cuni.cz

Externí spolupracovnice.

Na Ústavu histologie a embryologie 3.LF UK jsem začala působit ve výuce studentů ještě sama jako studentka po absolvování volitelného kurzu Embryologie & Teratologie u prof. Jelínka ve třetím ročníku (tedy někdy v dávném roce 2003). Edituji Periodikum, které je otevřené i vašim příspěvkům, nápadům či názorům. Kontaktovat mne můžete však jen elektronicky, toho času žiji v Denveru, stát Colorado se svým manželem, který je Američan a našimi dvěma česko-americkými kluky. Důvod je prostý: když už v Americe, Colorado je geologicky nádherně rozmanitá oblast, a stejně rozmanité jsou tu oblasti k lezení, od skal po horské stěny, od pískovce po čediče, takže krom vědeckých disciplín pro mne platí také „Colorado Rocky Mountain High...“



Co nás čeká v měsíci říjnu...

Otvíráme modul **Buněčné základy medicíny** kurzem číslo jedna nazvaným **Struktura buňky**. V první polovině kurzu se seznámíme s histologickými metodami - tedy jak se připravuje preparát pro světelnou či elektronovou mikroskopii a jak se upraví tak, abychom na něm zobrazili co zobrazit potřebujeme, dále se základními typy buněk a ultrastrukturou konkrétní buňky, pročež si podrobně popíšeme několik elektronogramů. V druhé polovině kurzu nás pak čeká obsáhlé studium epitelové tkáně.

Nepodceňujte modul Buněčné základy medicíny! Mnozí jste se přihlásili na lékařskou fakultu s přáním co nejdříve obléci bílý plášť a začít praktikovat medicínu. Doufám, že nebude příliš kruté vám zdůraznit, že k bílému plášti a širokým chodbám klinik je ještě velmi dlouhá cesta. A ta vede, mimo jiné, přes dokonalé zvládnutí teoretických oborů v rámci modulu Buněčné základy medicíny!

Připomenutí

Tak ještě jednou, vím, už to začíná být trochu monotematické ... začněte **studovat!** A neustaňte až do června! (Vlastně do promoce, vlastně do úplného konce – nu což, vybrali jste si sami ☺) Pro upevnění vaší sebedisciplíny a návyku průběžné přípravy budete na prakticích **průběžně zkoušeni**. Jak se říká, pro vaše vlastní dobro... každopádně taková jsou pravidla.

V rozvrhu si, prosím, povšimněte času určeného pro histologické **samostudium**. To vás nemá vyzvat k odebrání se do parku či občerstvovacího zařízení a diskutovat tam histologická témata, je to naopak příležitost zůstat na fakultě, kde pro vás bude otevřena praktikárna, místnost číslo 318, s možností zapůjčit si sadu mikroskopických preparátů a použít jeden z mikroskopů, a kde bude též pověřená, věci znalá osoba, se kterou bude lze konzultovat. Využívejte času k samostudiu hned od počátku. S blížícím se koncem semestru a zápočtovým zkoušením se může stát, že místnost bude maximálně vytížená a všechny mikroskopy beznadějně obsazené. Výmluva typu, že jste

neměli možnost se za takových okolností řádně připravit ke zkoušení, je pak samozřejmě lichá a nelze ji uznat, právě s ohledem na prostor k samostudiu od samého počátku semestru.

Řasinky jak je stále lépe poznáváme, a jejich funkce a dysfunkce v pankreatu

Jaký význam mají řasinky na povrchu buněk pankreatu a jak ovlivňují funkci této tkáně? A existuje vztah mezi ciliopatiemi, diabetem II. typu a neurologickými poruchami? Na takové otázky se ve svém shrnujícím článku zaměřil tým z University v Massachusetts ¹.

Úvod

O řasinkách se na přednáškách a v praktikách na téma epitely dozvíte, že jsou to modifikace apikálního povrchu buňky. Vlastně bychom měli hovořit v množném čísle, protože skoro všechny eukaryotické buňky mají na svém apikálním povrchu nějaké řasinky. Jde tedy o zcela běžné, evolučně vysoce konzervované přizpůsobení povrchu buňky jejímu úkolu. A co mají na buňkách řasinky za funkci? To závisí na jejich struktuře a schopnostech. Řasinky lze tedy rozdělit na pohyblivé a nepohyblivé, a dále podle počtu mikrotubulárních dvojic uvnitř řasinky.

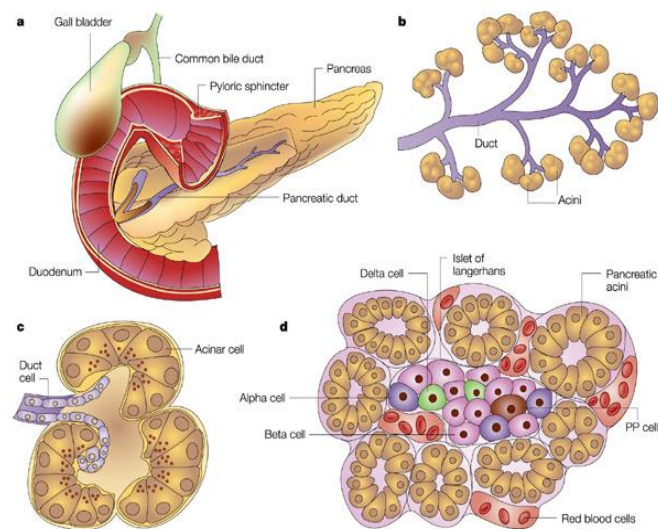
Řasinky pohyblivé

Nejpopulárnější řasinky, asi proto, že jsou na základě své funkce celkem snadno pochopitelné, jsou **řasinky pohyblivé**. To jsou ty se známým vzorcem $9 \times 2 + 2$ mikrotubulů, které lemují například dýchací cesty, ependym či vejcovody a ductus efference (zapamatujme si zajímavou věc; pohyb těchto řasinek není nahodilý naopak, mají přesně definovaný pohybový vzorec s frekvencí asi $10\text{--}20\text{Hz}^2$).

Vrozená porucha struktury a/nebo funkce pohyblivých řasinek se zve **primární ciliární dyskinezie (PCD)**. Jde o vzácné onemocnění, v České republice však často chybně diagnostikované. Proto počet 24 registrovaných pacientů³ (k roku 2009) je nižší, než by odpovídal průměru jiných zemí Evropské Unie. Klinický obraz PCD lze nalézt již před narozením, upozorujeme-li při ultrasonografickém vyšetření tzv. *situs inversus*, který se u pacientů s PCD vyskytuje asi u 50% případů³. V novorozeneckém a dětském věku jsou příznaky PCD především syndrom respirační tísně, trvalá rýma, každodenní kašel a opakované infekce horních i dolních dýchacích cest. Důvod takových příznaků samozřejmě hledejte v typické řasinkové výstelce dýchacích cest, která nedostává své funkci a není tedy efektivní, především v odstraňování hlenu (tzv. mukociliární clearance) v dýchacích cestách. Dále se u pacientů s PCD setkáváme s rekurentní či chronickou sekretorickou otitidou – zánětem středouší – a často se zhoršením sluchu. V pozdějším věku pak absence funkce pohyblivých řasinek způsobuje infertilitu či subfertilitu, u žen i mimoděložní těhotenství³. Můžete si již předem zapamatovat termín pro vaše pozdější klinická studia; **Kartagenerův syndrom**. Tento syndrom vychází z poruchy funkce a struktury pohyblivých řasinek a je charakterizován triádou bronchoektázie, chronické sinusity a *situs inversus*.

Řasinky primární

Primární řasinky jsou nepohyblivé a mají uspořádání mikrotubulů 9x2+0, tj. chybí jim centrální dvojice mikrotubulů. Nacházejí se na téměř všech eukaryotických buňkách, s výjimkou hepatocytů, acinárních buněk ve slinivce břišní a diferencovaných buněk myeloidní a lymfoidní krevní řady¹. Primární řasinky mají zásadní roli v reakci buněk na prostředí, jinak řečeno v udržování buněčné rovnováhy v širokém slova smyslu. Řasinky sice nenajdeme na acinárních buňkách pankreatické tkáně, jsou však v hojném množství na buňkách vývodů exokrinního pankreatu a Langerhansových ostrůvků, které produkují celou řádku hormonů, především **inzulin**, **glukagon** a **somatostatin**.



Nature Reviews | Cancer

Obr 2: Slinivka břišní se skládá z oddělených funkčních jednotek – exokrinního a endokrinního pankreatu, - které regulují dva hlavní fyziologické procesy: trávení a metabolismus glukózy. **a** | hrubá anatomie pankreatu **b** | exokrinní pankreas **c** | acinus neboli lalůček **d** | Langerhansův ostrůvek z endokrinních buněk obklopený exokrinní tkání pankreatu a kapilárami⁴

Vývoj pankreatu

Začneme v období organogeneze, kdy se ze dvou výchlipek předního střeva tvoří tkáň pankreatu. Buňky Langerhansových ostrůvků se diferencují z indiferencovaných buněk trávců a tubulů – později vývodů, tedy duktů. Časně jsou rozeznatelné útvary tvořené α - a β -buňkami, které se vychlipují jako pupeny do intersticia pankreatu. Množením a další diferenciací vzniká typický obraz rozložení jednotlivých typů buněk uvnitř Langerhansových ostrůvků (mrkněte na to do učebnice, typické rozložení je s beta buňkami nahromaděnými uprostřed, alfa na okraji ostrůvku, a ostatní buňky jako delta či PP mezi nimi, obrázek viz například⁵).

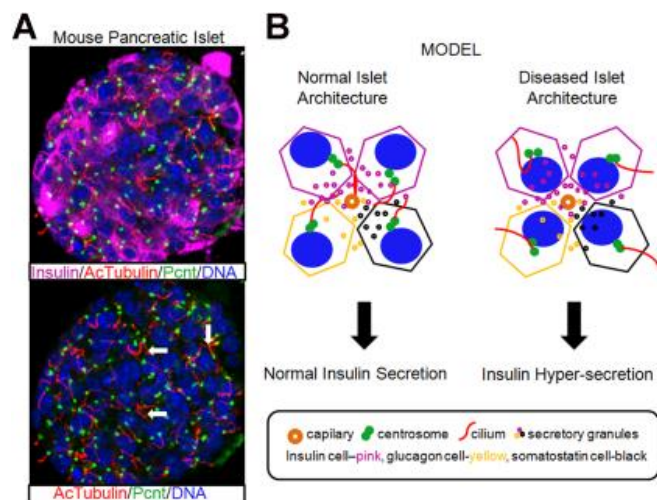
Význam řasinek v organizaci tkáně pankreatu

V roce 2000 publikoval kolektiv prof. Pazoura z University v Massachusetts klíčovou studii o nezbytnosti tzv. **intraflagelárního transportu (IFT)** pro tvorbu a výživu primárních řasinek eukaryotických buněk⁶. Studie se původně zaměřila na řasu rodu *Chlamydomonas*, ovšem částice transportované pomocí IFT jsou stejné u zelených řas, hliště i obratlovců. Dále tým prof. Pazoura zjistil, že gen IFT88 u řasy je identický s myšimi a lidskými geny zvanými Tg737. A že myši s defektním Tg737 umírají

brzy po porodu na polycystickou chorobu ledvin. Ovšem další studie prokázaly vliv mutací tohoto genu i na organizaci tkáně pankreatu. Důvod? Mutovaný gen IFT88/Polaris způsobuje absenci nebo zakrtnění primárních řasinek. Primární řasinky se ukázaly nezbytné pro vývoj a organizaci tkáně slinivky břišní, takže ke konci gestace chybělo laboratorním myším s tímto mutovaným genem značné množství acinární tkáně pankreatu (ano, paradoxně přes to, že acinární buňky řasinky nemají), tkáň byla nadměrně prorostlá vazivem (fibrósa) a cystami, a myši měly abnormální morfologii vývodů pankreatu¹. Ztráta (funkce) řasinek v období **po** vytvoření tkáně pankreatu neznamena změnu fenotypu tkáně. Tímto zjištěním tým Dr. Cano v roce 2006 podepřel platnost teorie o nenahraditelné roli cilií v období organogeneze⁷.

Vliv orientace řasinky na funkci pankreatu

Dále se vývoje pankreatu účastní například klíčový regulátor energetické rovnováhy v buňkách, protein **Lkb1**. V embryonálním období se Lkb1 vyskytuje jak v buňkách acinárních tak v Langerhansových ostrůvcích, a jeho potlačení ve tkáni pankreatu způsobuje především porušenou polaritu buněk. Lkb1 nemá tedy vliv na tvorbu řasinek, ale na jejich pozici. Endokrinní buňky u myši s defektním Lkb1 jsou pak menší, zvířata mají vyšší glykémii ačkoli clearance glukózy je rychlejší.¹



Obr 3. A. Immunofluorescenční zobrazení primárních řasinek v Langerhansově ostrůvku u myši, řasinky značené acetylovaným tubulinem směřují do intersticia mezi buňkami ostrůvku – bílé šipky, obrázek dole B/schématické zobrazení ukazující řasinky na buňkách ostrůvků. Nalevo normální stav, cilia směřem k intersticiu mezi buňkami a granuly s hormony, které se následně difúzí vpraví do krevního oběhu. Napravo nesprávná pozice řasinek z důvodu mutace Lkb1 – cilia jsou přítomna,

ovšem na jiném místě než mají být, směrem od intersticia, jádra blokují prostor směrem ke krevním kapilárám. Dochází tak k nesprávné komunikaci mezi buňkou a prostředím – za normálních okolností zprostředkované receptory na řasinkách – a tím k dysregulaci sekrece inzulinu¹.

Role primárních řasinek v buněčné signalizaci

Primární řasinky mají roli modulátorů signálního přenosu, který slouží k upravení buněčné odpovědi na podněty z prostředí, a podle něhož pak buňka reaguje jak v období vývoje, tak v dospělosti při udržování homeostázy. Také v pankreatické tkáni jsou primární řasinky považovány za **hlavní uzel buněčné signalizace**. Například jsou nezbytná pro *hedgehog* signalizaci – ta je zásadní pro přenos informací k embryonálním buňkám, Notch a Wnt signalizaci.

Řasinky jako receptory

Kromě sekrece inzulinu je přítomností primárních řasinek ovlivňováno také uvolňování somatostatinu, protože řasinky na sobě nesou somatostatinový receptor 3 (SSTR3). Somatostatin je hormon, který reguluje endokrinní a mozkové funkce, a jeho sekrece je závislá na koncentraci glukózy v krvi. A také naopak, nerovnoměrná sekrece somatostatinu při diabetu 1. typu a zvýšené množství buněk produkujících v ostrůvcích somatostatin u diabetu 2. typu naznačuje, že somatostatin a jeho receptory jsou důležité pro udržování hladiny glukózy.¹

Ciliopatie

Poruchy primárních řasinek způsobují onemocnění nazvaná souhrnně „ciliopatie“. Článek z University v Massachusetts v tabulce na příkladech několika syndromů přehledně uvádí v souvislost patřičný neurologický syndrom, fenotyp řasinky a manifestaci diabetu 2. typu u pacientů s tímto syndromem. Mezi ciliopatie s nevyšším rizikem onemocnění diabetem patří:

Alströmov syndrom je vzácné onemocnění s prokázaným defektním genem **ALMS1**, které je charakterizováno zhoršeným viděním už v novorozeneckém věku, hluchota, obezita, progresivní selhání ledvin a riziko onemocnění diabetem II. typu u 70% pacientů dříve než dosáhnou 20. roku věku. U **Alströмова syndromu** byl prokázán snížený počet řasinek navíc s nedostatečnou funkcí.¹

Bardet-Biedlův syndrom je také autozomálně recesivní ciliopatie, která zasahuje mnoho orgánů. Za hlavní symptomy jsou považovány: obezita, polydaktylií, degenerací sítnice (tyčinky a čípky jsou spojeny primárními řasinkami), mentální retardací, a manifestací diabetu u přibližně 50% pacientů.¹ Řasinky u Bardet-Biedelova syndromu mají snížené markery ACIII, Gg13 a SLP3.

Další výzkum jistě přinese nová zjištění, již teď ale můžeme tvrdit, že primární řasinky nejsou jen jakýmsi pozůstatkem po předcích, nýbrž velmi aktivními povrchovými strukturami mnoha buněk, a že jejich přítomnost a správná funkce je důležitá jak pro zdravý vývoj před narozením tak v každodenním udržování rovnováhy uvnitř buněk a organismů.

*

Poznámka: Časopis **Birth Defect Research** si lze vypůjčit na sekretariátu Ústavu histologie a embryologie, celý článek *Role of Cilia in Normal Pancreas Function and in Diseased States* si tedy můžete tamtéž přečíst či požádat o fotokopii.

Poznámka 2: Pravděpodobně se vám text zdá na teoretický obor příliš obtížný, je však uveden zcela záměrně a to hned z několika důvodů: 1. uvědomíte si na něm, že nauka o tkáních a buňkách, potažmo o jejich vývoji, není jen teoretický obor sám pro sebe, nýbrž že přesahuje daleko do praktické medicíny a vlastně do praktických odborných znalostí každodenního života. 2. uvědomíte si na něm, že lidské zdraví není složeno z jednotlivostí, jednotlivých orgánů ani jednotlivých nemocí, že je to entita v nejširších souvislostech, daleko širších než jak si je dnes dokážete představit. 3. k textu se můžete po nějaké době vrátit, a zjistit jak daleko vaše porozumění danému tématu, po několika hodinách biologie, biochemie, histologie a dalších, pokročilo...

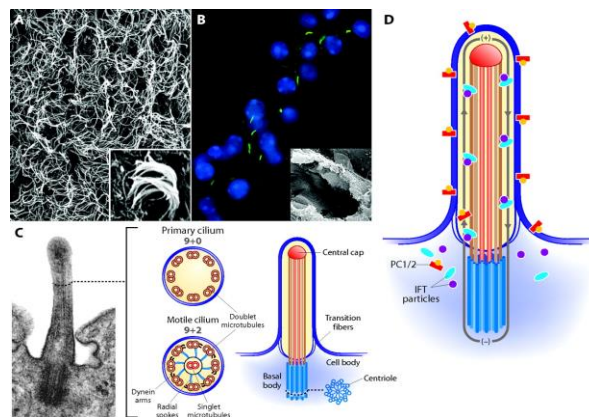
Víte – nevíte

Situs viscerum inversus je vrozený stav, při kterém některé vnitřní orgány, ať v hrudní či břišní dutině, jsou zrcadlově obrácené. Příčina je v tzv. nodálních řasinkách, které v období vývoje zajišťují tok extracelulární tekutiny, která obsahuje signální faktory, zprava doleva. Když je funkce či stavba nodálních řasinek poškozená, objeví se obecná ztráta levo-pravé asymetrie⁸.

Bronchoektázie je trvalá, ireverzibilní dilatace malých a středních bronchů.

Intraflagelární transport (IFT) je rychlý pohyb proteinových částic, složených z mnoha podjednotek, podél mikrotubulů v řasince. IFT je nezbytný pro vytvoření a udržování řasinek v eukaryotických buňkách.⁶

Ependymální buňky ... jsou ty, které vystylají komory mozkové a míšní kanál. Mají cylindrický či kubický tvar a... ano, na jejich povrchu najdeme řasinky! Ale mimo nich také mikrokylky – to na absorpci mozkomíšního moku!⁹



Obrázek4 A) ependym v jedné z komor mozkových (elektronogram z rastrovacího elektronového mikroskopu – SEM) B) imunofluorescenční zobrazení primární řasinky – zeleně, jádra – modrá v izolovaném ledvinovém tubulu C) architektura řasinky – primární a pohyblivé, a basálního tělíska D) Intraflagelární transport podél axonemy, anterográdní transport částic je zprostředkován kinesinovým komplexem, retrográdní pak dyneinem¹⁰

Repetitio mater studiorum....

... o řasinkách

Q: Definuj řasinku a odliš ji od mikrokylky?

A: Obé, řasinky neboli cilia i mikrokylky (a také stereocilia) jsou modifikace apikálního povrchu eukaryotických buněk. Řasinky jsou tvořeny dvojicemi mikrotubulů s centrální dvojicí či bez ní. Axonema, neboli vnitřní struktura řasinky, vyrůstá z basálního tělíska v němž je také ukotvena (bazální tělísko se pro změnu skládá s mikrotubulárních tripletů, z obrázku to je jasnější). Při popisu pohyblivých a nodálních řasinek nezapomeňte na motory, tedy to, co hydrolyzuje ATPázu a způsobuje tak posouvání mikrotubulárních dupletů po sobě např. dynein. Mikrokylky naproti tomu žádné motory ani mikrotubuly nemají, jejich obsahem je svazek navzájem provázaných aktinových filament a ukotvené jsou v síti dalších aktinových vláken při apikálním povrchu buňky.

Q: Co že je to ta **axonema**?

A: Ve své nejobecnější definici: vnitřní, mikrotubulární struktura řasinek a bičíků eukaryotních buněk.

Q: Na základě toho co nyní víte o řasinkách, jmenujte přehledně všechny čtyři typy řasinek...

A:

1. Pohyblivé 9x2+2 e.g. viz výše
2. Nepohyblivé čili primární 9x2+0 e.g. viz výše
3. Nepohyblivé 9x2+2 e.g. **vláskové buňky** vnitřního ucha, jsou to tedy receptory sluchového a rovnovážného ústrojí
4. Řasinky nodální
 - Pohyblivé
 - 9x2+0
 - podílejí se na determinaci laterality u embrya v období gastrulace. Jak? Viz. Výše

Q: Primární řasinky byly poprvé objeveny

- a) 1898
- b) 1926
- c) 1969

A: a) je správně. Primární řasinky, nepohyblivé, se strukturou velmi podobnou řasinkám pohyblivým či bičíku spermie, byly poprvé popsány roku 1898 ovšem téměř sto let je biologové v podstatě ignorovali domnívajíce se, že se jedná o nevýznamný výčnělek, možná s nějakou senzo-

rickou funkcí, avšak významem rovnající se zubu moudrosti či kostrči¹¹. Jak se vědecká veřejnost mylila si můžete přečíst výše či dále studovat...

Q: Jaký ze čtyř typů řasinek je nejdelší? A jaká řasinka je v lidském těle nejdelší vůbec?

A: Nejdelší jsou řasinky pohyblivé, délkou 5-10µm. Nejdelší je pak bičík spermie, což je vlastně jedna dlouhá, pohyblivá řasinka s desetinásobnou délkou tj. 50 – 100 µm.⁹

Q: Jaký typ řasinek je poškozen – strukturou či funkcí - u primární ciliární dyskineze?

A: Hledej v textu výše...

..

Zajímavé webové stránky...

www.osel.cz

(Objective Source E-Learning)

internetový časopis pro popularizaci vědy

Eponyma

Camillo Golgi (1843 – 1926)



Camillo Golgi otiskl své jméno na mnoha místech; jmenuje se po něm **Golgiho komplex** uvnitř eukaryotických buněk, **Golgiho šlachové tělísko a šlachový reflex**, Golgiho buňky v mozečku (buňky rovnou dvojí: **Golgi I** s dlouhým axonem, a **Golgi II** s krátkým nebo žádným axonem), a

také **Golgiho reakce**, on sám ji zval „reazione nera“, černá reakce, určená ke kontrastování nervových buněk jejichž membrána – neurilema – pojme chrom stříbra a tím se zobrazí proti žlutému pozadí. A v neposlední řadě

přejmenovali vděční občané po slavném rodákovi i městečko pod Alpami, Corteno Golgi v Lombardii.

Otec Camilla Golgi byl praktický lékař, a také syn studoval lékařství, na **universitě v Pávii**. Skrze slavnou italskou universitu se s tímto mužem propojují české dějiny... nápad? Ne, není to skrze **Langobardy**, kteří sice do Itálie zamířili z Polabí přes české země, Moravu i Slezko, aby území severní a střední Itálie dobyli a vládli až téměř do konce 8. století než je přemohl **Karel Veliký** a obnovil tam italské království... Císař v tom byl, veliký byl také, i Karel se jmenoval, ale **Karel**, toho jména, **IV**. Tento císař římský a král český založil Universitu v Pávii v roce **1361**, třináct let po té, co dal vzniknout té své, Universitas Carolina v milované Praze.

Ke konci života studoval Camillo Golgi životní cyklus *Plasmodia*, rodu prvoků, jehož někteří zástupci způsobují malárii. Golgiho žák **Adelchi Negri** (ano, Negriho tělíska!) pak stál v popředí snah o eradikaci malárie v Lombardii.

Camillo Golgi byl v roce 1906 zaslouženě ověnčen také Nobelovou cenou za medicínu nebo fyziologii, společně se svým kolegou – a v mnohých názorech i protivníkem – **Santiago Ramón y Cajal**.

S mnoha dalšími velkými vědci své doby, ať už s nimi souhlasil nebo se s nimi přel, vytvořil Camillo Golgi základy vědění, na kterých stojí naše současná znalost struktury a funkce nervového systému.

Narodil se v polovině rušného 19. století jako průlomový muž do průlomové doby v Rakousko-Uherské monarchii. A zemřel ve svobodné Itálii, v Pávii roku 1926.

Obrázek: Camillo Golgi, 1906 ¹²

¹ Dilorio, P., Rittenhouse, A.R., Bortell, R., Jurczyk, A. Role of Cilia in Normal Pancreas Function and in Diseased States. Birth Defects Research (Part C) 2014. **102**, 126 – 138

² Chilvers, M.A., Rutman, A., O'Callaghan, C. Functional Analysis of Cilia and Ciliated Epithelial Ultrastructure in Healthy Children and Young Adults. Thorax, 2003. **58** (4). 333-338

³ Djakow, J. Svobodová, T., Uhlík, J. Kabelka, Z., Smolíková, L., Cinek, O., Pohunek, P. Primární Ciliární Dyskineze, část 1 – patogeneze a klinický obraz. Alergie 2009. **1** (45-50)

⁴ Bardeesy, N., DePingo, R.A. Pancreatic cancer biology and genetics. Nature Reviews Cancer 2002. **2**, 897-909

⁵ Stanfield, C.L., Germann, W.J. Principles of Human Physiology, 3.vydání. 2008. ISBN-10: 0805382860. Přístupné z: http://droualb.faculty.mjc.edu/Course%20Materials/Physiology%20101/Chapter%20Notes/Fall%202011/chapter_6%20Fall%202011.htm

⁶ Pazour, G.J., Dickert, B.L., Vucica, Y., Seeley, E.S., Rosenbaum, J.L., Witman, G.B., Cole D.G. Chlamydomonas IFT88 and Its Mouse Homologue, Polycystic Kidney Disease Gene Tg737, Are Required for Assembly of Cilia and Flagella. The Journal of Cell Biology, 2000. **151** (3), 709-718.

⁷ Cano, D.A., Sekine, S., Hebrok, M. Primary cilia deletion in pancreatic epithelial cells results in cyst formation and pancreatitis. Gastroenterology 2006. **131**, 1856-1869

⁸ Nonaka, S., Tanaka, Y., Okada, Y. et al. Randomization of left-right asymmetry due to loss of nodal cilia generation leftward flow of extraembryonic fluid in mice lacking KIF3B motor protein. Cell 1998. **95** (829-837)

⁹ Ross, Michael H. a Pawlina, Wojciech. Histology: a text and atlas: with correlated cell and molecular biology. 6.ed. Baltimor, MD USA: Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer business, 2011. ISBN: 978-0-7817-7200-6.

¹⁰ Yoder, B.K. Role of Primary Cilia in the Pathogenesis of Polycystic Kidney Disease. JASN 2007. **18** (5). 1381-1388. Přístupné na : <http://jasn.asnjournals.org/content/18/5/1381/F1.expansion>

¹¹ Gardiner, M., B. "The Importance of Being Cilia". HHMI Bulletin 2005. **18** (2).

¹² Příspěvatelé Wikipedie, Camillo Golgi [online], Wikipedie: Otevřená encyklopedie, 2013. [citováno 29. 09. 2014]. Přístupné z: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/57/Camillo_Golgi_nobel.jpg