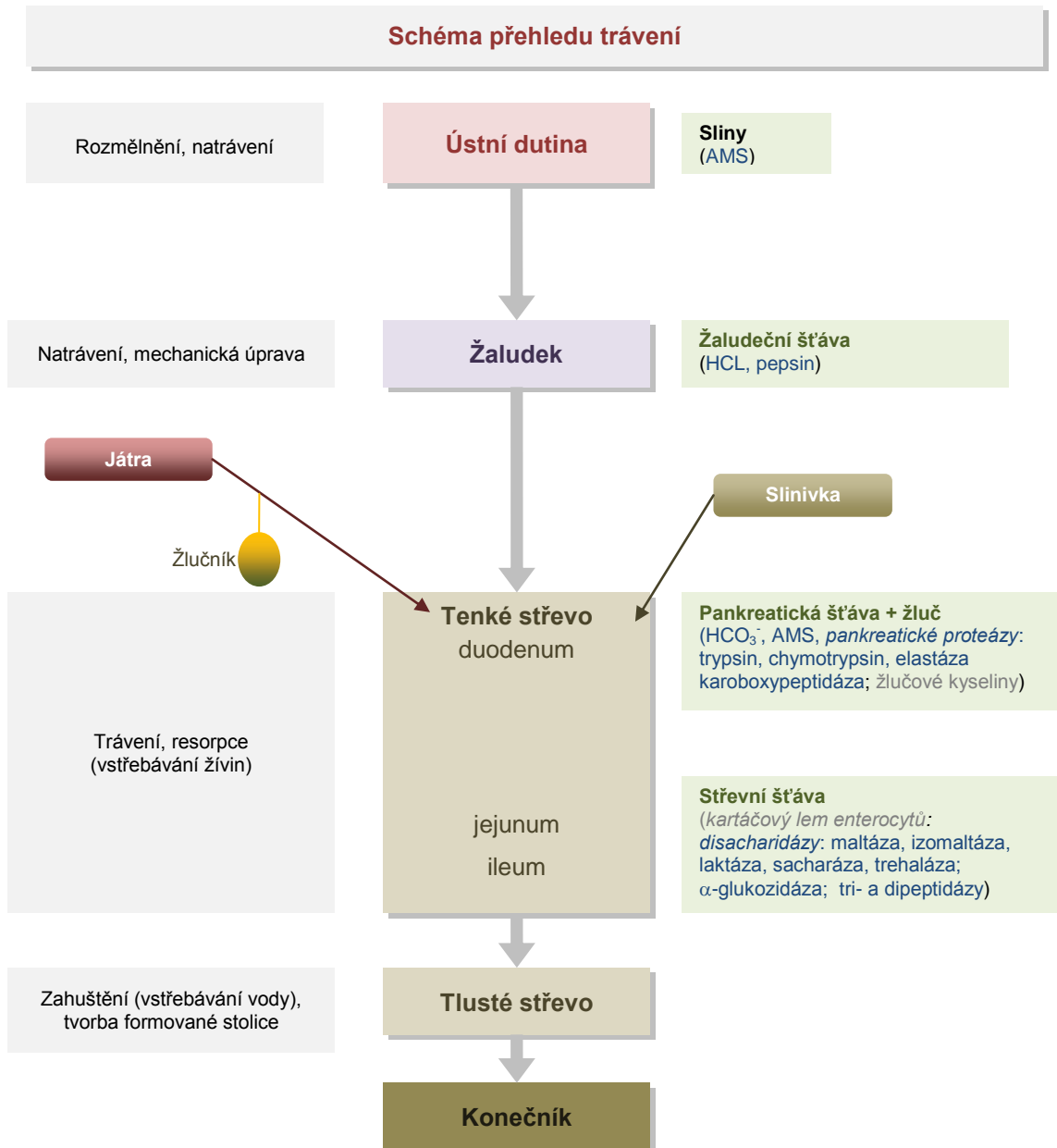


Kapitola 6 Vyšetřování trávicího ústrojí

Do gastrointestinálního traktu (GIT) vstupují voda a živiny, které jsou zdrojem energie, stavebních látek a ostatních látek nutných pro funkci organismu a vystupují z něho látky nevstřebané a odpadní. Hlavní funkcí GIT je trávení (*digesce*), tj. štěpení živin na vstřebatelné látky, vstřebávání (*absorpce*), čili přechod látek do krve či lymfy a intraluminární transport, který umožňuje trávení a vstřebávání.



Poruchy funkce GIT lze zjišťovat i pomocí klinicko-biochemických testů. V principu rozeznáváme dva typy testů

- testy sledující *funkční schopnost* příslušných orgánů *produkovat trávicí šťávy*
- testy ukazující *poruchu absorpce (vstřebávání)* způsobenou
 - poškozením sliznice tenkého střeva
 - nedostatečným trávením (štěpením) makromolekulárních živin a zejména lipidů
 - vazbou látek na jiné složky potravy (vzniklé komplexy nejsou absorbovatelné).

6.1 Ústní dutina

V ústní dutině jsou tři páry velkých slinných žláz a malé slinné žlázy, které produkují *sliny*.

Řízení produkce slin: centrální a vegetativní nervstvo, záleží i na jakosti jídla

Sliny: hypotonické proti plazmě, obsahují vodu, elektrolyty (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Li^+), enzymy (slinná AMS, dříve zvaná *ptyalin*), mucin; tvorba 1 – 1,5 l/24 hodin

Mucin = směs glykoproteinů (s obsahem až 50% cukrů), viz dále v textu

Podle zdroje se sliny liší v obsahu amylázy a mucinu – zdroj:

- *příušní žlázy:* pH 6,6 – 6,8; obsahují alfa-amylázu (AMS), která je aktivována chloridovými anionty a inaktivována při pH < 4, štěpí škrob na maltosu,
- *podčelistní a podjazykové žlázy:* obsahují především mucin

Funkce slin:

- zvlhčení a natrávení potravy (menší význam pro krátkou dobu pobytu potravy v ústech)
- vylučování
 - organických látek (morfin, alkohol)
 - anorganických látek (těžké kovy: Pb, Ag, Hg)
- regulace vody a draslíku: vysokým obsahem draselných iontů (až 40% sušiny) připomínají nitroboněčnou tekutinu; základním kompenzačním mechanismem proti ztrátě vody a draslíku je *zástava vyměšování slin* („sucho v ústech“)

6.2 Žaludek produkuje žaludeční šťávu

Žaludeční šťáva je bezbarvá, čirá tekutina kyselého zápachu, pH 1,6 – 2,4 (1,0 – 1,5 podle jiného zdroje), izotonická s plazmou, produkce cca 2 l/24 hodin, nalačno zůstává v žaludku *residuum* (zbytek) cca 50 ml; obsahuje vodu, elektrolyty, enzymy (pepsin), mucin a tzv. *vnitřní faktor* (glykoprotein, který zajišťuje vstřebávání vitamínu B₁₂, viz též Kapitola 13, Vitamíny).

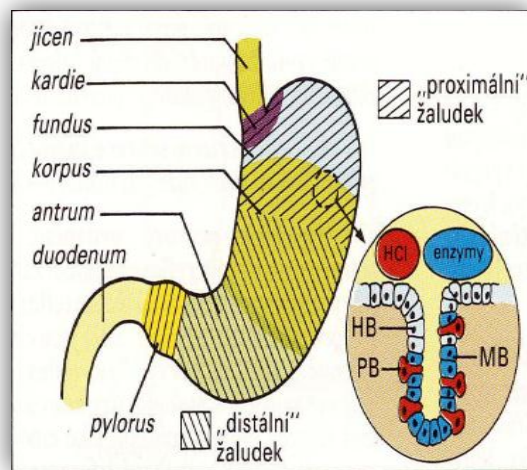
Žaludeční sliznice produkuje prostřednictvím

- *mucinózních buněk:* *mucin* (hlen = glykoprotein + mukopolysacharid); hlen má slabě alkalickou reakci a chrání žaludeční sliznici před natrávením proteolytickými enzymy
- *krycích buněk:* HCl o koncentraci 0,16 mol/l (tj. cca 0,6%), produkovaná HCl má koncentraci 0,5 mol/l, produkty ostatních buněk se však naředí
- *hlavních buněk:* *pepsinogen* (ten je po styku s HCl aktivován na proteolytický enzym pepsin)

Vylučování HCl:

- na nervový podnět (stačí představa)
- účinkem potravy (jak chemický tak mechanický podnět)
- vlivem tkáňových hormonů *gastrinu* a *histaminu*

Koncentrace protonů $[\text{H}^+]$ v žaludeční šťávě je $10^6 \times$ (milionkrát!) vyšší než v plazmě \Rightarrow vylučování *vyžaduje energii*



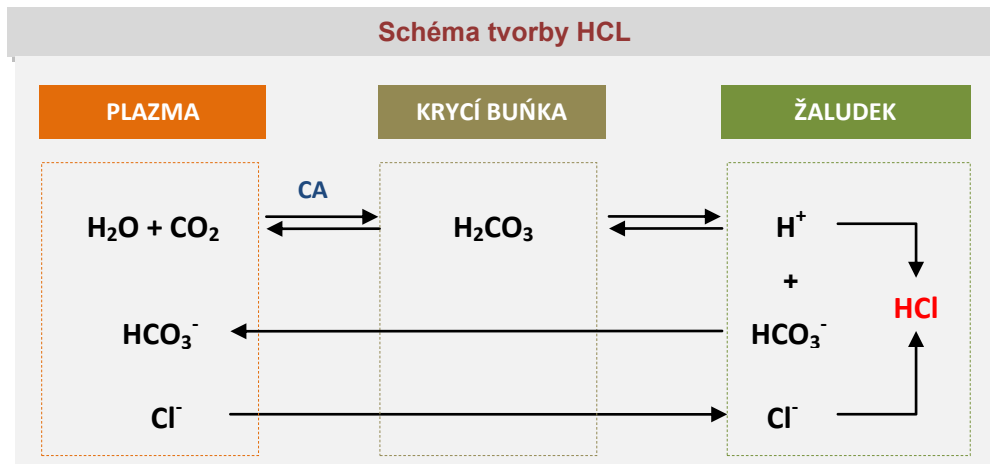
Žaludek

Formy HCl:

- *volná* (lze stanovit pH-papírkem, pH-metrem)
- *vázaná* na mucin, hlen a jiné složky žaludeční šťávy

volná HCl + vázaná HCl = **celková acidita** (titrovatelná hydroxidem sodným)

Referenční hodnoty (nalačno): 1 – 5 mmol HCl/l



Poznámka: [CA] = karbonátdehydratáza \equiv karboanhydráza; EC 4.2.1.1., obsahuje zinek, urychluje hydrataci CO_2 , což je jinak pomalý proces, téměř 1000x

Reakce tvorby kyseliny uhličité a její disociace na proton a hydrogenkarbonát (a zpětný děj), je, jak uvidíme v kapitole 9 věnované vnitřnímu prostředí, velmi důležitá pro udržování acidobazické rovnováhy a je dobré si ji zapamatovat.

Podle obsahu HCl (mimo normu) v žaludeční šťávě se rozlišuje

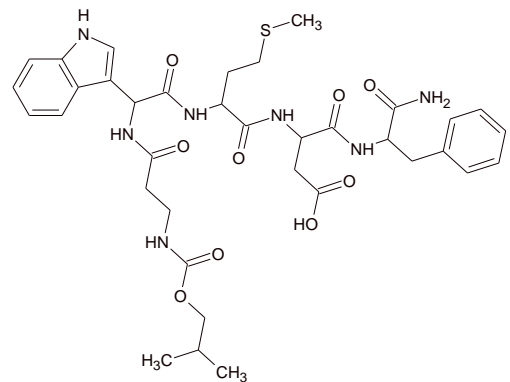
- ↑: **hyperchlórhýdie** (gastrinom – nádor buněk produkujících gastrin; vředová choroba duodena)
- ↓: **hypochlórhýdie** (povrchová gastritida – mírné snížení; atrofická gastritida – těžká porucha výdeje HCl)
- 0: **achlórhýdie** (atrofická gastritida - prekanceróza)

Vylučování HCl lze podnítit:

- histaminem (dříve se používal při funkčním vyšetření žaludku, pro vedlejší účinky, např. vyvolání hypotenze, se již nepoužívá)
- gastrinem
- kofeinem^{*)}
- nikotinem^{*)}

^{*)} před vyšetřením žaludeční sekrece je nepřijatelný jejich příjem (káva, čaj...)

Gastrin – oligopeptid ze sliznice žaludku a duodena, **tkáňový hormon**, je produkován speciálními endokrinními buňkami (tzv. G-buňky) a částečně δ -buňkami pankreatických ostrůvků; je to přirozený stimulant žaludeční sekrece: podněcuje vyměšování HCl a pepsinogenu, motilitu žaludečních stěn a žlučníku; syntetickou obdobou je **pentagastrin**.



Pentagastrin

N-(isobutoxycarbonyl)- β -alanyl-L-tryptophyl-L-methionyl-L- α -aspartyl-L-phenylalaninamide

6.2.1 Pentagastrinový test ukazuje produkci HCl po maximální stimulaci pentagastrinem

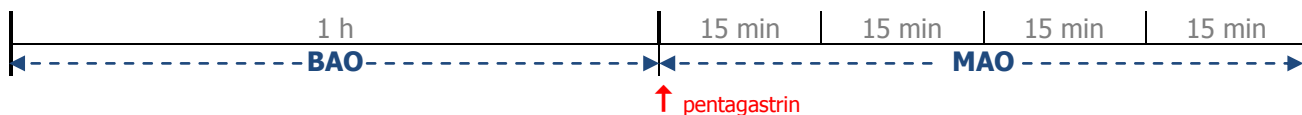
Provedení:

1. Pacient lační 12 hodin, minimálně 48 hodin nepřijímá látky, které působí antisekretoricky
2. Zavede se sonda do žaludku a RTG se ověří její poloha
3. Kontinuálně se odsává žaludeční šťáva po dobu 60 minut (BAO)
4. Podkožně se podá pentagastrin v dávce 6 μg /kg hmotnosti
5. Odsává se dalších 60 minut, a to 4x v 15 minutových intervalech (MAO) - stimulovaná sekrece
6. V laboratoři se změří objem **V** a alkalimetrickou titrací (NaOH) se zjistí koncentrace HCl (c_{HCl})
7. Vypočte se množství HCl vyloučené žaludeční sliznicí za příslušný časový úsek, tzv. **výdej HCl (acid output, AO)**:

$$\text{AO} = \text{V} \times c_{\text{HCl}}$$

- **BAO (basal acid output, bazální výdej HCl)** = množství HCl vyloučené za první hodinu: 1– 5 mmol/h
- **MAO (maximal acid output, maximální výdej HCl)** = množství HCl vyloučené za hodinu po maximální stimulaci podáním pentagastrinu: 10 – 30 mmol/h (jiný údaj: 20 – 23 mmol/h)
- **PAO (peak acid output, vrcholový výdej HCl)** = dvojnásobek součtu výdeje HCl ve dvou po sobě odebraných 15 min vzorcích s nejvyšším výdejem: 10 – 40 mmol/h (jiný údaj: 8 – 40 mmol/h)

Schéma provedení a hodnocení pentagastrinového testu



Analýza žaludeční šťávy

1. Měření pH: v jednotlivých porcích žaludeční šťávy pH-metrem
2. Alkalimetrická titrace (roztok fenolové červeně, 0,1 g/100 ml 20% etanolu, 0,05 mol NaOH/l, 0,025 mol kys. šťavelové/l)
- 3.

Pro zvědavé studenty: Postup alkalimetrické titrace

1. k 1 ml žaludeční šťávy se přidá 9 ml destilované vody a 3 kapky indikátoru (fenolová červeně)
2. stanoví se titr NaOH na kyselinu šťavelovou, vypočítá se faktor
3. titrace 0,05 mol NaOH/l do pH 7,0, kdy přechází žlutooranžové zbarvení fenolové červeně na fialové
4. výpočet acidity žaludeční šťávy a sekrece za časový interval
5. $acidita = spotřeba\ NaOH\ v\ ml \times 50 \times titrační\ faktor\ [mol\ H^+/l]$
6. $sekrece\ H^+ = acidita \times V / 1000\ [mol\ H^+/l]$

Poznámka: titrovat lze i za použití pH-metru (tj. bez acidobazického indikátoru)

Acidotest

Principem acidotestu byla *inexová chromatografie*. Na syntetické pryskyřici (ionexu) bylo navázané barvivo, které se po spolknutí se tablety s touto pryskyřicí a po výměně za protony z žaludeční HCl mělo vyloučit močí, v množství dle koncentrace žaludeční HCl. Po příslušném naředění sbírané moči vodou se zbarvení srovnávalo se stupnicí a usuzovalo se na původní obsah HCl v žaludeční šťávě. Jakkoli je princip elegantní, v praxi se tento test příliš neosvědčil.

6.2.2 Inzulínový test

se provádí před a po *vagotomii* – z porovnání výsledků lze soudit na dokonalost operace. Test se provádí podobně jako pentagastrinový, stimulace žaludeční sekrece je navozena cestou *n.vagus* inzulinem, v dávce 0,2 j/kg hmotnosti

Pro zvědavé studenty: *Vagotomie* - odstranění nebo přerušování části *n.vagus* - omezí se tak činnost buněk produkujících HCl a sníží se acidita v žaludku; operace se prováděla zejména u vředové žaludeční choroby s úmyslem chorobu vyléčit a zabránit jejímu opakování, případně jí i předejít. Vycházelo se z předpokladu, že původcem choroby je překyselení žaludku. Po objevení účinků *Helicobacter pylori* (viz dále), který je odpovědný za většinu peptických vředů, se vagotomie značně omezila a provádí se pouze ve speciálních indikacích.

6.2.3 Průkaz infekce Helicobacter pylori

Helicobacter pylori je gramnegativní mikrob, který se považuje za jednoho z původců vředové choroby a za faktor bránící hojení peptického vředu. Proti kyselosti žaludeční šťávy se mikrob chrání produkcí amoniaku (štěpením močoviny ureázou):



Poznámka: Předpokládá se, že v České republice je 50 - 90% obyvatelstva promořeno *Helicobakterem pylori*, z toho cca 15% onemocní duodenálním vředem a asi 0,1% adenokarcinomem žaludku. „Hvězdičkou“ * je v rovnici označen značený uhlík v dechovém testu (viz dále).

K nálezu mikroba na povrchu žaludeční sliznice vedou různé cesty

- *mikroskopie* bioticky získaného materiálu
- *průkaz ureázové aktivity* v bioticky získaném vzorku žaludeční sliznice: močovina v kyselém pufru se přítomnou ureázou štěpí na amoniak, který mění zbarvení acidobazického indikátoru
- *dechový test*: pacient požije močovinu značenou izotopem uhlíku ($^{13}C/^{14}C$ viz též odstavec 6.2.5.2.)
- *průkaz antigenu* ve stolici
- *průkaz protilátek* v moči (nízká specifita i senzitivita, obojí kolem 80%, nevhodné pro monitorování léčby)

6.3 Pankreas

Slinivka břišní produkuje a vylučuje

- *trávicí šťávu* do duodena (exokrinní funkce)
- *hormony (inzulín, glukagon)* do krve (endokrinní funkce)

Je to tedy smíšená žláza, která má jak *exokrinní* tak *endokrinní funkci*. Do společného vývodu v duodenu ústí *papila Vateri* (pankreatická šťáva) a *Oddiho svěrač* (žluč)

Pankreatická šťáva (z píštěle, tj. z kanálku, uměle k tomuto účelu vytvořeného): čirá, bezbarvá, někdy opalescentní, bez zápachu, nelepavá, hustota $1,007 \text{ kgm}^{-3}$, produkce 500 – 800 ml/den. Obsahuje

- *Anorganické látky:* Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Zn^{2+} , Cl^- , HCO_3^- , HPO_4^{2-} , SO_4^{2-}
- *Enzymy:* amyláza (AMS), lipáza (LPS), pankreatické *proteázy* (trypsin, chymotrypsin, karboxypeptidáza, elastáza), ribonukleáza, deoxyribonukleáza, fosfolipáza A a B

Na vylučování pankreatické šťávy mají značný vliv *produkty duodena*:

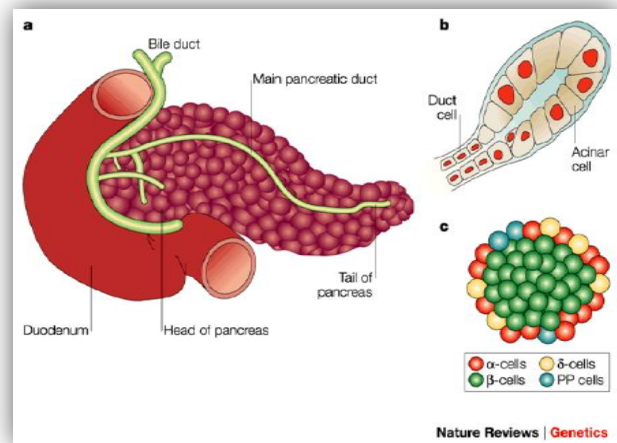
- *pankreozymin (cholecystokinin)*, tkáňový hormon, polypeptid (33 AK); stimuluje sekreci trávicích enzymů pankreatu, a vyvolává kontrakce žlučníku
- *sekretin, tkáňový hormon*, polypeptid (27 AK); působí na vývodní systém pankreatu (zvyšuje výdej vody a hydrogenuhličitanů;)

Sekret pankreatu (pankreatická šťáva), žluč a produkt vlastních duodenálních žlázek tvoří tzv. *duodenální šťávu*.

6.3.1 Testy na vyšetření exokrinní funkce pankreatu

A. Testy na integritu buněk tkáně pankreatu:

Jedná se o stanovení katalytických koncentrací enzymů AMS v séru a v moči, LPS v séru a gama-glutamyltransferázy (GGT) v séru, případně o stanovení trypsinu jako proteinu.

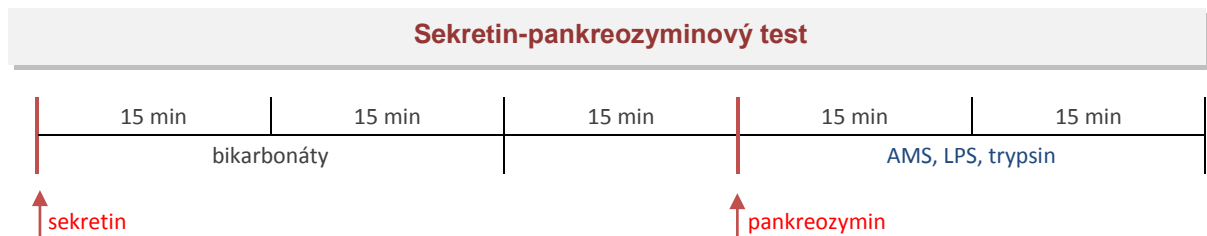


Slinivka břišní

B. Vyšetření duodenální šťávy na enzymy a elektrolyty

Sekretin-pankreozyminový test

Pacientovi, který od večera nejí, se sondou (RTG kontrola) odčerpá duodenální šťáva a intravenózně se podá *sekretin* v dávce 1 j/kg hmotnosti; ve dvou 15 min intervalech se odčerpává duodenální šťáva, u které se stanoví objem a koncentrace bikarbonátů (hydrogenuhličitanů); za 45 min od první stimulace se podá intravenózně *pankreozymin* (cholecystokinin); ve dvou 15 min intervalech se odčerpává duodenální šťáva, ve které se stanoví AMS, LPS a trypsin. (Test se již v ČR pravděpodobně neprovádí).



C. Nepřímé testy exokrinní funkce pankreatu

Tyto testy ukazují produkci některého z pankreatických enzymů po stimulaci stravou s předepsaným obsahem cukrů, tuků a bílkovin a současném podávání substrátu tohoto enzymu *per os* (ústy).

PABA-test: substrátem je syntetický tripeptid N-benzoyl-L-tyrosyl-p-aminobenzoát; substrát je štěpen chymotrypsinem a uvolněný p-aminobenzoát (PABA) je stanoven v moči, případně i v séru; při normální funkci pankreatu by se v moči po 6 hodinách mělo objevit více jak 30% podaného množství PABA, v séru po 3 hodinách by měla být hladina nad určitou hladinu, podle provedení testu (obvykle $28 \mu\text{mol/l}$).

Poznámka: Test se již několik let neprovádí, moderní obdobou PABA testu je dechový test se substrátem ^{13}C -BzTyrAla.

Test s fluoresceindilaurátem: substrát je štěpen pankreatickou cholesterolesterázou a vstřebaný fluorescein je po konjugaci s kyselinou glukuronovou prokazován fluorimetricky v 10 hodinovém sběru moči.

Další testy ukazující poruchu exokrinní funkce pankreatu

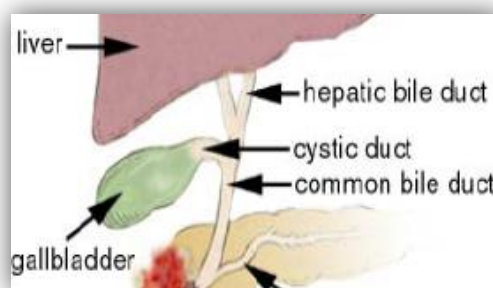
- stanovení aktivity chymotrypsinu nebo pankreatické elastázy ve stolici
- stimulace standardní stravou dle LUNDHA (olej, kasein, glukosa, voda) a stanovení aktivity trypsinu v séru (RIA technikou)
- vyšetření *odpadu tuků stolici*
- stanovení *laktoferinu* (bílkovina obsahující železo, tvořená v pankreatu) v duodenální šťávě
- podání ^{13}C -MTG (*mixed triglycerides*) a jejich hydrolyza pomocí pankreatické lipázy (obdoba PABA testu)
- stanovení *elastázy* ve stolici (moderní test).

Moderní obdobou mnoha dříve používaných testů jsou tzv. „ ^{13}C -testy“, kdy se sleduje poměr uhlíku a jeho izotopu ve vydechaném vzduchu po předchozím podání příslušného substrátu.

6.4 Žlučník je v podstatě rezervoár na asi 50 ml žluči

Žluč je jaterní a žlučnicková

- **jaterní:** čirá, žlutočervená až žlutohnědá, na vzduchu a někdy i ve žlučniku zelená (oxidací vzniklý biliverdin), tvorba cca 15 ml/kg hmotnosti, tj. přibližně 700 – 1200 ml/den, pH 6,2 – 8,5 (podle obsahu bikarbonátů)
- **žlučnicková:** 3 až 4,5x zahuštěná, tedy tmavší



Slovník:

liver = játra
gallbladder = žlučník
hepatic bile duct = jaterní žlučovod
cystic duct = vývod žlučniku
common bile duct = žlučovod

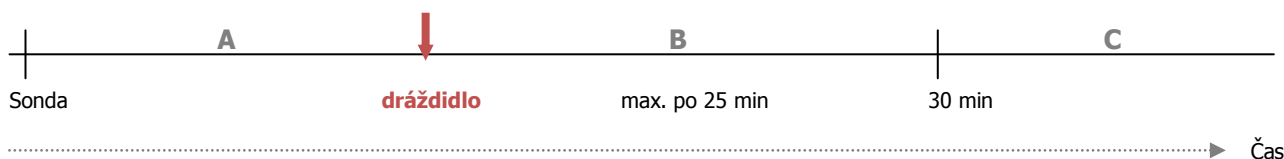
Žluč obsahuje

- žlučová barviva (bilirubin, UBG; odpad)
- cholesterol (4% esterifikovaná forma, zbytek volný, cca 1 g/den)
- žlučové kyseliny (způsobují hořkou chuť žluči)
 - primární (z jater): kyseliny cholová, deoxycholová
 - sekundární (ze střeva kde vznikají vlivem bakterií)
- odpadní látky (měď, zinek, rtuť, toxické látky, léčiva)
- ionty: Na^+ (145 mmol/l), K^+ (7 mmol/l), Cl^- (105 mmol/l), HCO_3^- (30 mmol/l)
- organické látky: močovinu, některé enzymy (např. ALP)
- v patologických případech: žlučové kameny (cholesterolové, pigmentové [bilirubin vápenatý, trpí jimi především Japonci], karbonátové [uhličitan vápenatý], smíšené [z asi 75-90% cholesterol, zbytek bilirubin, fosforečnan a uhličitan vápenatý])

6.4.1 Test na žlučnickový reflex

1. Zavede se sonda do dvanáctníku (RTG kontrola)
2. Sbírá se žluč (tzv. žluč A)
3. Podá se dráždidlo
4. Sbírá se tzv. žluč B, která se sbírá do max. 25. min od podání dráždidla
5. Po 30 min se sbírá žluč C

Test na žlučnickový reflex



Žluč A: medově žlutá alkalická duodenální šťáva (nalačno)

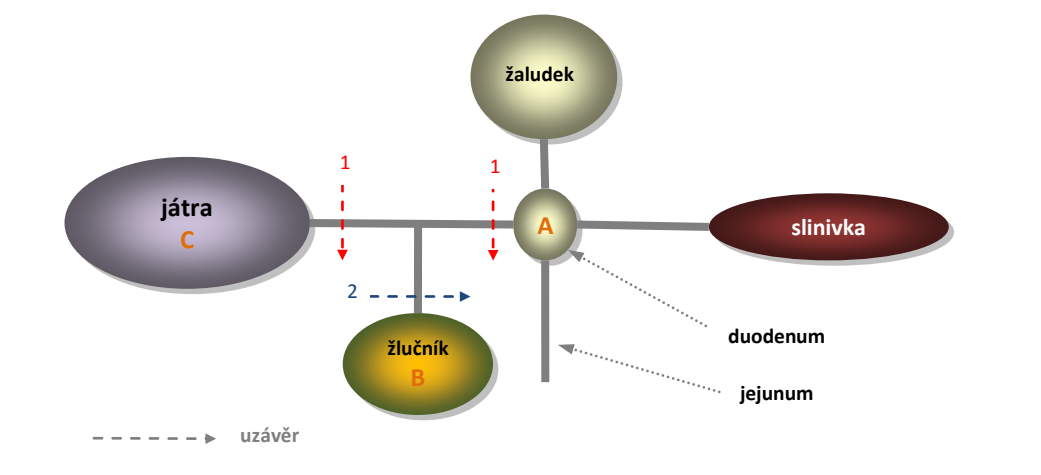
Žluč B: žlučnicková žluč (získaná po dráždidle do 25 min od podání)

Žluč C: jaterní žluč (novotvorba, získaná po cca 30 minutách)

Dráždidlo: síran hořečnatý, sorbitol, olivový olej

V současnosti (pokud se vůbec test provádí) se používá (intramuskulárně) jako dráždidlo cholecystokin (pankreozymin) - srovnej též výše PANKREAS, Produkty duodena

Schéma a analýza testu na žlučkový reflex



Uzávěry označené „1“ - příčiny:

- uzávěr žlučovodu (kámen, nádor)
- uzávěr Vaterovy papily (kontrakce, nádor)
- vysoký stupeň zduření jaterní tkáně

Uzávěr označený „2“ - příčiny:

- žlučník vyplněný kameny
- stavy způsobené záněty žlučníku
- předchozí porucha funkce

6.5 Tenké střevo

Střevní šťáva se tvoří v množství cca 3 l/den, pH 6,5 – 8,0, obsahuje především různé exopeptidázy (aminopeptidázy, dipeptidázy a tripeptidázy), dále specifické disacharidázy (sacharázu, maltázu aj.), lipázu atd. (srovnej se schématem trávení v úvodu kapitoly)
V tomto úseku trávicí trubice se jedná o dokonalou přípravu stravy pro vstřebání.

Poruchy absorpce (malabsorpce)

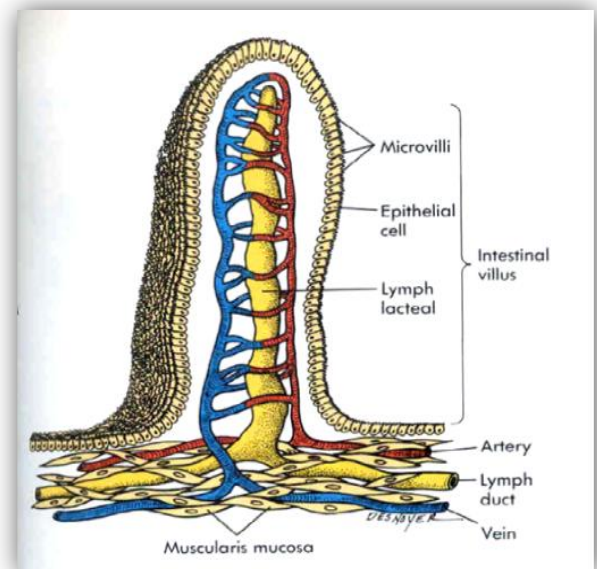
malus (l.) špatný, absorptio (l.) vstřebávání; malabsorpce = špatné vstřebávání

Příčiny malabsorpce

- mohou vést v *procesu vstřebávání* (např. při poruše střevní sliznice), pak se jedná o tzv. *primární malabsorpce*, které se týkají *funkce enterocyty* (celiákie, prakticky jediná primární malabsorpce),
- nebo jsou následkem *nedostatečného trávení* (např. při nedostatku pankreatické lipázy a/nebo nedostatku žlučových kyselin dochází k poruchám vstřebávání lipidů a látek v nich rozpustných), tzv. *sekundární malabsorpce* (ostatní malabsorpce).

Poruchy absorpce jsou komplexní nebo prosté

- *komplexní* (např. při zánětech destruuujících střevní sliznici), špatně se vstřebává celá řada látek
- *prostá porucha absorpce*, týká se pouze jedné látky (např. se špatně vstřebává laktóza při defektu laktázy v enterocytech apod.)



KLK – základní absorpční jednotka

6.5.1 Testy na poruchu absorpce

Typy testů podle *provedení* dělíme na *klasické* a *dechové* (moderní testy, které postupně nahrazují testy klasické)

Typy testů podle *jednotlivých poruch* jsou testy na poruchu absorpce lipidů, cukrů, stopových prvků a vitamínů.

6.5.1.1 Testy na poruchu absorpce lipidů

- *stanovení tuků ve stolici*: stanoví se průměrný odpad lipidů ve sbírané stolici (3-5 dnů); norma hodnot je do 5g/den
- *test s vitamínem A*: po podání vitamínu A spolu se stravou obsahující lipidy se v časových intervalech (3, 5 a 7 hod po jídle) sleduje hladina vitamínu A v krvi; lze stanovovat i hladinu provitamínu β -karotenu v plazmě, která je závislá (při vhodné stravě) na správné absorpci lipidů
- *dechový test* po zátěži značeným triacylglycerolem (triolein s izotopem uhlíku ^{14}C nebo ^{13}C); detekce oxidu uhličitého (metabolický produkt odbourání tuků) ve vydechovaném vzduchu je závislá na použitém izotopu uhlíku: u radioaktivního ^{14}C je měřena radioaktivita, u neradioaktivního ^{13}C je použit plynový chromatograf s hmotovým spektrografem na výstupu

6.5.1.2 Testy na poruchu absorpce cukrů

- *xylózový test*: po podání xylózy se stanovuje hladina xylózy v krvi (po 2 hod od podání) a v moči (po 5 hod od podání); test ukazuje na obecnou schopnost střeva (jejuna) vstřebávat monosacharidy, ledviny hladinu xylózy v krvi neovlivňují
- *disacharidové toleranční testy*: poukazují na defekt *disacharidáz* (v kartáčovém lemu enterocytů); podává se *laktóza* nebo *sacharóza* a dojde-li k normálnímu štěpení, dojde k vzestupu koncentrace glukózy v krvi; pokud se disacharid neštěpí (porucha) je disacharid štěpen v tlustém střevě bakteriemi

Hodnocení testu:

- podle vzestupu glykémie
- podle obsahu vodíku ve vydechovaném vzduchu (je odrazem bakteriální přeměny cukrů v tlustém střevě)
- podle pH stolice – pokles pod 5,5 svědčí o bakteriální degradaci cukrů

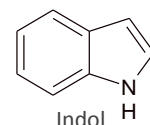
Existuje i dechový test po zátěži laktózou značenou izotopem ^{13}C . Při pozitivě testu následuje toleranční test každého monosacharidu tvořícího disacharid (vyloučí se tím porucha jejich absorpce) a dále *histochemický průkaz enzymů* v biopsii střevní sliznice (definitivní dg).

6.5.1.3 Testy na poruchu absorpce aminokyselin

v podstatě neexistují. Na případnou poruchu tohoto typu upozorňují různé laboratorní nálezy.

Příklady:

- *Cystinurie* – příčinou je porucha absorpce cystinu a dibazických aminokyselin, výsledkem je cystinová urolitiáza, v moči jsou zvýšeny hladiny cystinu, ornitinu, lysinu a argininu (viz též kapitola 7, str. 7-24).
- *Malabsorpce tryptofanu* – defekt střevního (a možná i renálního) transportéru tryptofanu má v konečné fázi zajímavé projevy – modře zbarvenou moč a stolici (a gastrointestinální, oftalmologické a někdy i nefrologické symptomy. Z laboratorního hlediska lze nalézt zvýšené množství indolových sloučenin v moči, v některých případech hyperkalcémii (viz též kapitola 7, str. 7-24, *Hartnupova choroba*)



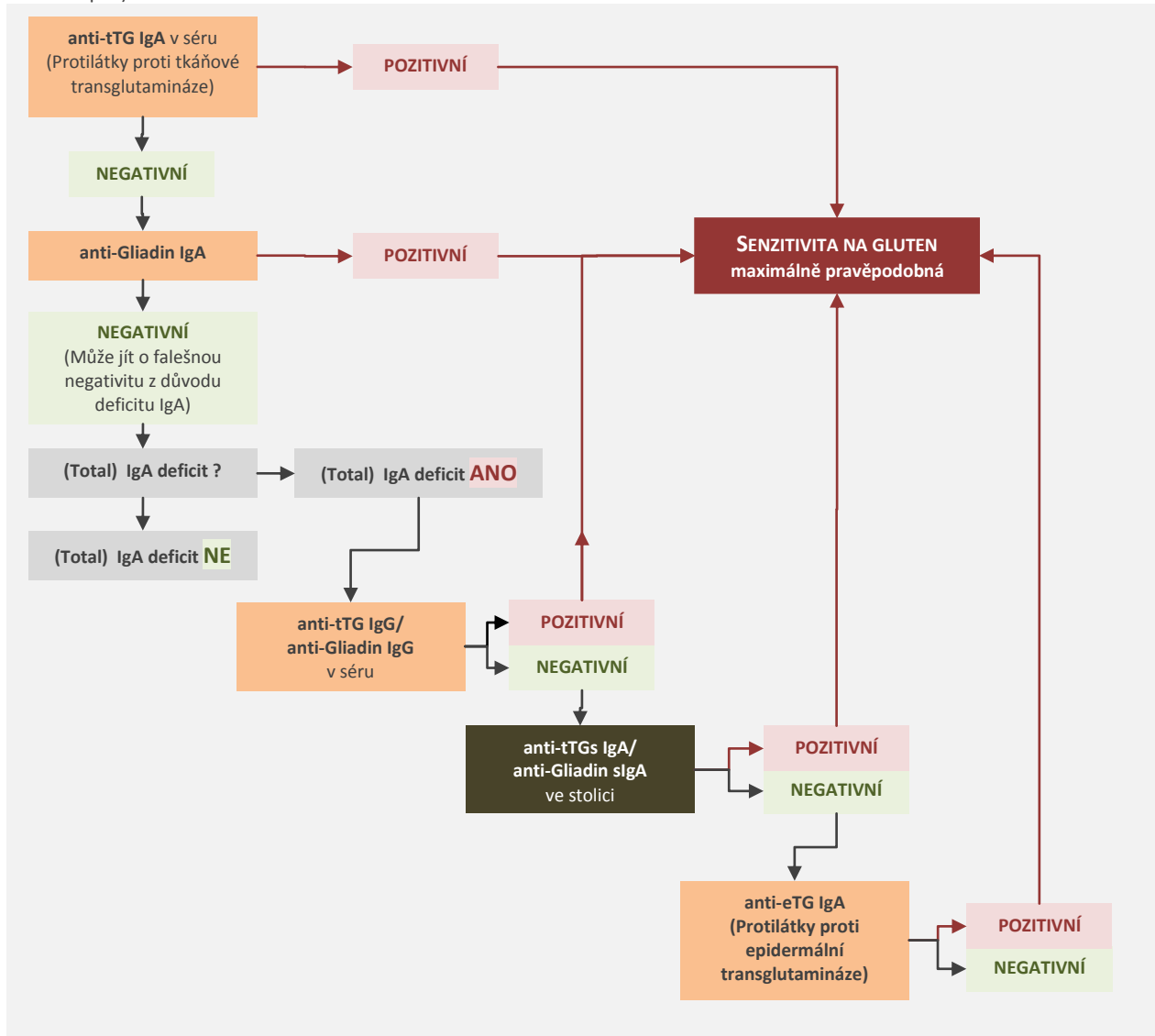
6.5.1.4 Testy na poruchu absorpce stopových prvků a vitamínů

Nejčastěji se prokazuje porucha absorpce *vápníku* a *železa* pomocí *zátěžových testů* (po podání příslušného prvku se zjišťuje v časových intervalech od podání jejich hladina v krvi).

Příklad: *Resorpční křivka železa*: testované osobě, která po určitou dobu dodržuje speciální režim, se provede odběr srážlivé krve nalačno, podá se zátěžová dávka Fe (tablety léčiva s obsahem Fe) a v konkrétních časových intervalech po podání zátěže se odebírají vzorky srážlivé krve, ve kterých se stanoví hladina Fe. Provedení bývá různé, proto je zde jen všeobecný popis. Hodnotí se změna sérové hladiny železa po jeho podání, tj., vypočítá se rozdíl koncentrací sérového železa „po podání“ a „před podáním“ zátěže a srovná se s referenčním rozmezím. Podle výsledku se usoudí, zda se jedná o normální nebo o sníženou resorpci železa (železo se vstřebává v duodenu).

6.5.2 Další možnosti testování přítomnosti poruch

Příkladem imunochemického přístupu může být uvedené schéma vyšetřování citlivosti na gluten, čili na *celiákii* (primární malabsorpce):



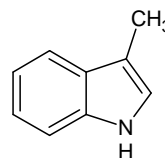
Dodatečná diagnostika

- Genová analýza
- HLA DQ 2/8. Pokud sérologie a analýza fekálních parametrů nevede k výsledku, je pro vyloučení celiákie vhodné stanovit HLA-DQ2 a HLA-DQ8

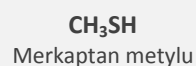
6.6 Tlusté střevo vykazuje malou enzymatickou činnost

Hlavním úkolem této části trávicí trubice je zahuštění nestravitelných zbytků potravy, tvorba a formování stolice. Probíhá zde i hnití a kvašení nestrávených zbytků.

Stolice se tvoří v množství cca 300 g/den, při rostlinné stravě až v množství dvojnásobném. Zápach stolice je způsoben vesměs produkty hnití a kvašení (skatol, indol, merkaptany, sirovodík), barva žlučovými barvivy (při obstrukci ve žlučových cestách je stolice bezbarvá, acholická, při masivním krvácení, tj. při odporu více jak 50 – 60 ml krve/den je stolice černá, asfaltová, páchnoucí, tzv. *melena*), pH stolice je 7 – 8.



Skatol



Immocare-C

Imunologické vyšetření okultního krvácení ve stolici
Výrobce: CARE diagnostica
Moellersdorf, Rakousko
<http://www.care.co.at/medical/krebsdiagnostik/immocare-c/>

6.6.1 Vyšetřování stolice

„Pro gastroenterologa není lepšího materiálu než stolice“ – MUDr. Petr Kocna, Olomouc, 26.2.2009.

Citát známého gastroenterologa je vše vysvětlující.

Odpad tuku stolicí, aktivita chymotrypsinu či pankreatické elastázy ve stolici (exokrinní funkce pankreatu – viz výš)

Stolice „na zbytky“ po Schmidtové dietě (viz níž): vzorek stolice se suspenduje ve fyziologickém roztoku a rozdělí do tří porcí, z nichž první se nebarví (pátrá se po svalových vláknech, tj. sleduje se stav trávení bílkovin), druhá část se barví *Lugolovým roztokem* (barvení škrobu jódem – stav trávení cukrů) a třetí část se barví *Sudanovou červení* (barvení na tuky, sleduje se případný nadměrný výskyt tukových kapének, stav trávení tuků)

Okultní (tj. skryté) krvácení (chemický průkaz krve ve stolici) – metody:

- *chemický průkaz hemoglobinu*: principem je peroxidázová aktivita hemu, resp. Fe^{2+} (*pseudoperoxidázová aktivita*); pacient musí držet před vyšetřením dietu bez potravin obsahujících krev a preparáty železa (falešně pozitivní výsledky)
- *imunochemický průkaz globinové části hemoglobinu*: vyšetření je dražší, není však třeba držet dietu a je specifické (příklad na obrázku výš, Immocare-C).

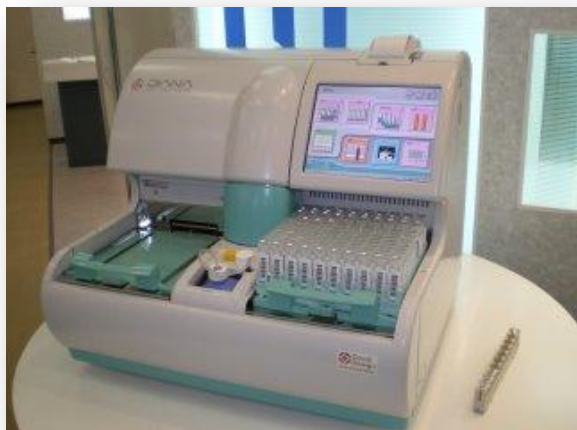
Vyšetření se v obou případech provádí tři dny po sobě a vždy se odebírá vzorek ze dvou (tří) různých míst stolice. Vyšetření pomáhá odhalit *kolorektální karcinom*, kdy mikroskopické krvácení může být dlouho jediným příznakem tohoto onemocnění

Poznámka: interferuje jakékoliv jiné krvácení – z dásní, duodenálního vředu, z hemoroidů, při předávkování antikoagulanty aj.

Zatěžkávací Schmidtova strava (podává se pod dobu nejméně 3 dnů, lépe 5 dnů)

Snídaně:	0,5 l mléka, žemle s máslem, 1 vejce na měkko
Oběd:	talíř ovesné kaše v mléku nebo zapražené moučné polévky
Přesnídávka:	125 g hovězího masa narychlo připraveného (polosyrové) a 100-150 g velmi jemné bramborové kaše v mléku
Svačina:	0,5 l mléka, žemle s máslem
Večeře:	0,5 l mléka, žemle s máslem, 1-2 vejce na měkko
Jako nápoj dostává nemocný čaj nebo slabou kávu	

Novým trendem v analýze okultního krvácení je **kvantitativní stanovení hemoglobinu ve stolici** za pomoci přístrojů nové generace. Na obrázcích jsou fotografie přístrojů OC-Senzor-DIANA OB cassette (automat s podavače) a OC-Senzor- μ , které kvantitativní stanovení hemoglobinu ve stolici umožňují.



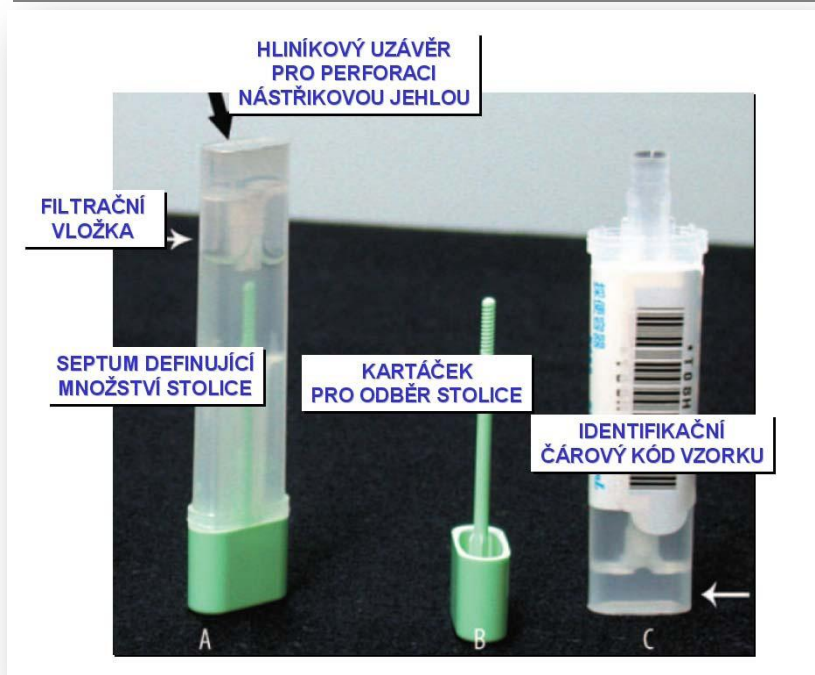
OC-Senzor-DIANA



OC-Senzor- μ

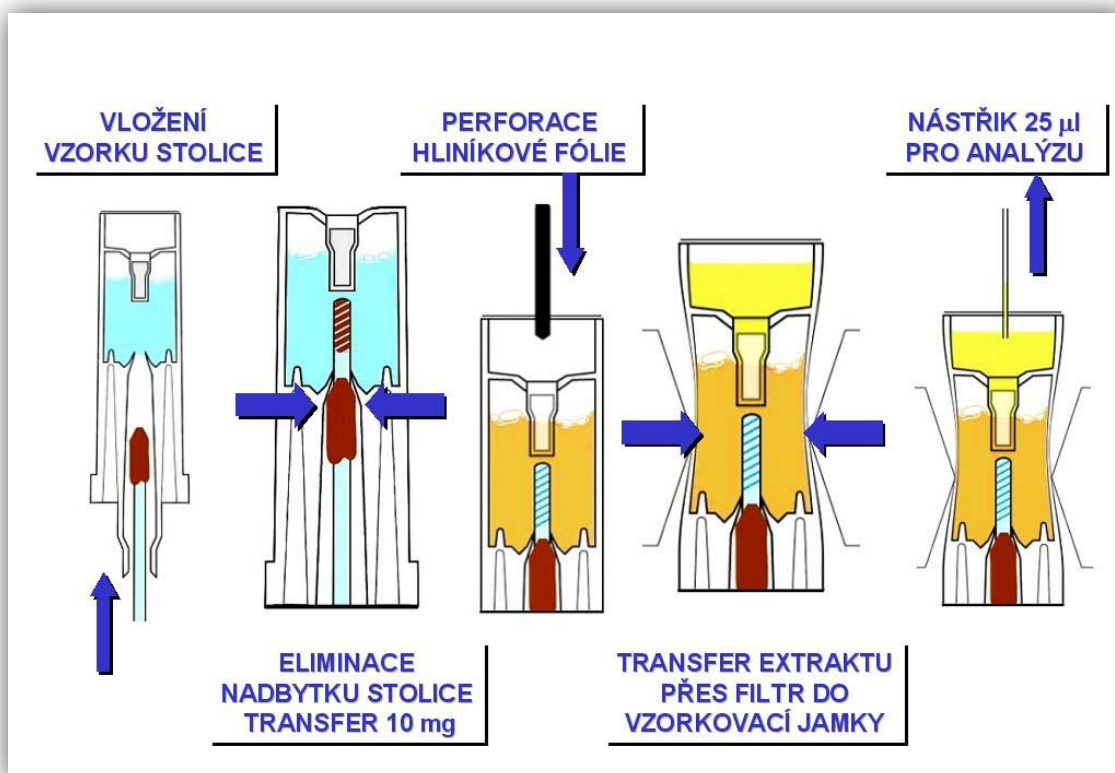
S tímto postupem je spojena i nová forma odběru stolice, která se odebrá do speciálních nádobek (kazet). Výhodou je, že je zabráněno kontaktu personálu s obsahem nádoby. Kazeta vcelku a kazeta po rozebrání jsou na následujícím obrázku:

Schéma OB casette

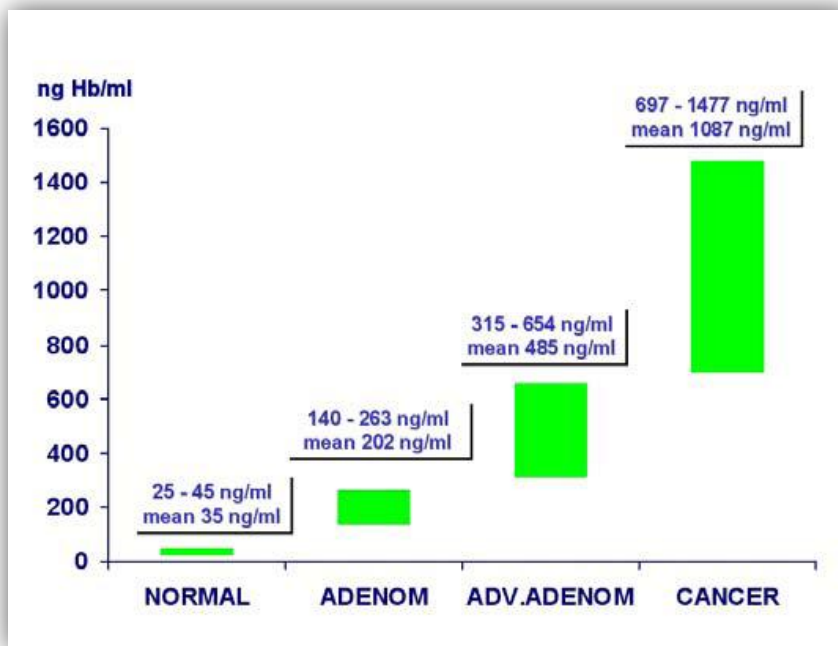


Jediným místem styku s biologickým materiálem při tomto způsobu odběru je právě samotný odběr stolice. Vše ostatní – přesné odměření množství vzorku, přenos do vzorkovací jamky a napipetování do přístroje se děje v uzavřeném systému automaticky.

Princip činnosti OB casette



Výsledky klinické studie v suboru 1000 pacientů demonstruje tento graf:



Hodnoty hemoglobinu

U karcinomů:

697 – 1477 $\mu\text{g/l}$

U pokročilých adenomů:

315 – 654 $\mu\text{g/l}$

U nepokročilých adenomů:

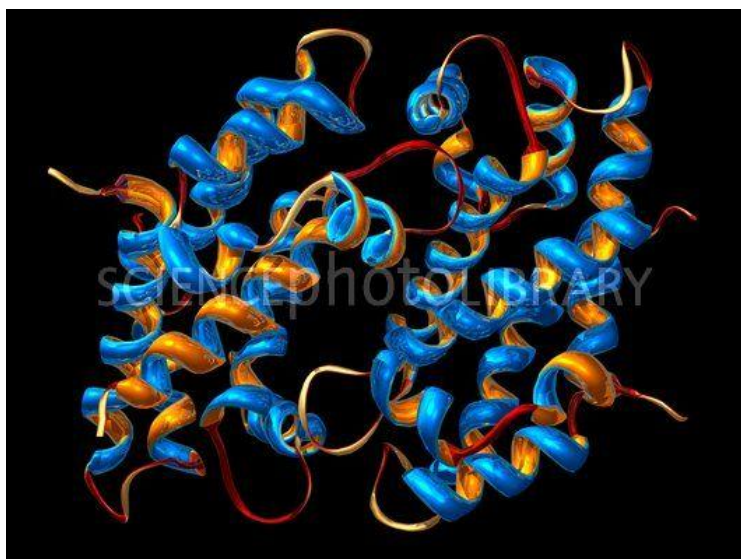
44 – 115 $\mu\text{g/l}$

Normální kolonoskopický náález:

25 – 45 $\mu\text{g/l}$

Obdobné testy s využitím biochemických analyzátorů vyrábějí a dodávají i jiné firmy. Např. fa Sentinel z Itálie dodává test na kvantitativní stanovení hemoglobinu ve stolici FOB Gold, ev. FOB Gold New (v ČR dodává fa GALI s.r.o.), přičemž se dají využít prakticky všechny běžně používané biochemické analyzátoary.

Stanovení kalprotektinu ve stolici je moderní metodou používanou pro odlišení funkčních poruch zažívacího ústrojí od nespecifických střevních zánětů (*Inflammatory bowel disease, IBD*), kam patří např. *Crohnova choroba* a *ulcerózní kolitida*, a které jsou spojeny se zvýšenou hladinou neutrofilů. Kalprotektin (*calprotectin*) je protein, který váže vápníkový kation, má bakteriostatické a fungicidní vlastnosti. Tvoří 60% obsahu cytoplazmatických proteinů neutrofilů. Jeho hladina ve stolici je 6x vyšší než v plazmě. Jednoduchou metodou stanovení je imunochromatografický test využívající myši polyklonální protilátky (viz Kapitola 10, [str.](#) 13-12) proti kalprotektinu. Kvantitativně lze kalprotektin stanovit např. metodou ELISA. Více o kalprotektinu viz např. [zde](#).



Molekulární model molekuly kalprotektinu

Calprotectin protein molekule

(pro zřídavé studenty a k procvičení odborné angličtiny)

Calprotectin. Molecular model showing the secondary structure of calprotectin. This protein is found in large quantities in neutrophils, a type of white blood cell involved in inflammatory response. Tests for calprotectin in faecal samples can distinguish between inflammatory bowel diseases (IBDs), such as Crohn's disease, some cancers and ulcerative colitis, where calprotectin levels are raised, and irritable bowel syndrome (IBS), where calprotectin levels are normal. IBDs need further investigation with invasive tests, while IBS doesn't. Measurement of faecal calprotectin levels can also be used to determine if treatments for IBDs are working. (*bowel* = střevo, útroby)

Zdroj obrázku: <http://www.sciencephoto.com/media/135048/enlarge>

Více různých obrázků stejného autora: [DR MARK J. WINTER/SCIENCE PHOTO LIBRARY](#)

6.7 Moderní endoskopické metody

Význam biochemických metod se s nástupem neinvazivních endoskopických optických metod postupně snižuje. Lékař si pomocí optického zařízení může přímo prohlédnout sliznici vyšetřovaného orgánu, nafotit příslušné úseky či opatřit si videozáznam a případně provést biopsii s následnou histologií odebraného vzorku tkáně. Některá místa (tenké střevo) byla doposud těmto metodám nepřístupná. V poslední době se objevila nová metoda – kapslová endoskopie – která umožňuje optické vyšetření i tenkého střeva. Popis této nové techniky uvedl MUDr. I. Tachecí v Lékařských listech na začátku roku 2006. Část článku je uvedena dále.

Kapslová endoskopie

Základem diagnostického systému je kapsle o velikosti 26 x 11 mm (o něco větší než multivitaminové kapsle) a hmotnosti 3,7 g. Uvnitř kapsle se nachází objektiv, čip, baterie a vysílač, zorné pole kapsle osvětluje šest diod. Po polknutí **funguje jako miniaturní fotoaparát**, který je posouván peristaltikou trávicího traktu a který snímá slizniční povrch tenkého střeva s frekvencí 2 snímky za vteřinu. Získaná data jsou bezdrátově vysílána z kapsle, zachycena systémem elektrod (nalepených na břišní stěně pacienta) a uložena do přenosného datarekordéru (hard disk o kapacitě 305 GB), který má pacient v průběhu vyšetření zavěšen na opasku. Kapsle prochází trávicím traktem a je poté vyloučena z těla *per vias naturales*. Po ukončení vyšetření (doba vyšetření je průměrně 8 hodin a je určena dobou fungování baterií kapsle) jsou data stažena z datarekordéru do počítače, kde je rekonstruován záznam vyšetření.

Analýzu provádí lékař pomocí specializovaného softwaru, který umožňuje export krátkých videosekvencí a archivaci snímků. Software zároveň zobrazuje trajektorii kapsle a je schopen pomocí detekce červené barvy automaticky označit místa se skuspektní přítomností krve. Kapslová endoskopie je diagnostický systém primárně vyvinutý k vyšetření tenkého střeva.



V současné době ji nelze použít k vyšetření žaludku a tračníku (i když je během vyšetření alespoň část slizničního povrchu těchto orgánů zobrazena).

V poslední době je klinicky testována tzv. **jícnová kapsle** (stejně velikosti, se snímacími prvky na obou koncích a vyšší frekvencí snímání - 14 obrázků za vteřinu), určená k vyšetření jícnu.

Nejčastější a nejzávažnější komplikací vyšetření je **retence kapsle**. Jako retence se označuje stav, kdy kapsle zůstává v gastrointestinálním traktu po dobu delší než 2 týdny. K identifikaci pacientů s vysokým rizikem retence kapsle v tenkém střevě byla vyvinuta tzv. „**patency capsule**“ (*patency = průchodnost*). Jedná se o rozpustnou kapsli identických rozměrů (26 x 11 mm) složenou z laktózy a baria. Uvnitř patency capsule je umístěno radiofrekvenční jádro o průměru 2 mm. Po retenci patency capsule nad stenózou dochází k jejímu rozpadu (od 40 do 70 hodin retence), 2mm jádro následně zúženým místem prochází. Retenci kapsle je možné detekovat přenosným skenerem, reagujícím na radiofrekvenční signál z jádra patency capsule, nebo skiaskopii.

Dvojbalonová (double balloon) enteroskopie

je nový endoskopický systém umožňující vyšetření celého tenkého střeva orálním či análním přístupem.

Část článku; MUDr. Ilja Tachecí (Oddělení gastroenterologie, Interní klinika FN Hradec Králové): **Kapslová endoskopie - nový přístup k diagnostice Crohnovy choroby**. Publikováno dne: 27.1. 2006 Zdroj: Lékařské listy (nepatrně upraveno)

WEB doporučený k dalšímu studiu:

<http://www1.lf1.cuni.cz/~kocna/pkweb1.htm>,

a odtud zvl.

Miniencyklopedie laboratorních metod v gastroenterologii („Gastrolab“)

<http://www1.lf1.cuni.cz/~kocna/glab/glency1.htm>

OBSAH:

Kapitola 6	Vyšetřování trávicího ústrojí.....	6-1
6.1	Ústní dutina	6-2
6.2	Žaludek produkuje žaludeční šťávu	6-2
6.2.1	Pentagastrinový test ukazuje produkci HCl po maximální stimulaci pentagastrinem.....	6-3
6.2.2	Inzulínový test	6-4
6.2.3	Průkaz infekce Helicobacter pylori.....	6-4
6.3	Pankreas	6-5
6.3.1	Testy na vyšetření exokrinní funkce pankreatu	6-5
6.4	Žlučník je v podstatě rezervoár na asi 50 ml žluči	6-6
6.4.1	Test na žlučníkový reflex	6-6
6.5	Tenké střevo.....	6-7
6.5.1	Testy na poruchu absorpce	6-7
6.5.1.1	Testy na poruchu absorpce lipidů	6-8
6.5.1.2	Testy na poruchu absorpce cukrů.....	6-8
6.5.1.3	Testy na poruchu absorpce aminokyselin.....	6-8
6.5.1.4	Testy na poruchu absorpce stopových prvků a vitamínů.....	6-8
6.5.2	Další možnosti testování přítomnosti poruch.....	6-9
6.6	Tlusté střevo vykazuje malou enzymatickou činnost	6-9
6.6.1	Vyšetřování stolice	6-10
6.7	Moderní endoskopické metody	6-133