



# **Endoskopie**

**Doc.RNDr. Roman Kubínek, CSc.**

**Předmět:**

**lékařská přístrojová technika**

# Endoskopie

**Metoda umožňující prohlédnutí vnitřních tělesných dutin nebo dutých orgánů.**

**Do těchto dutin se endoskop zavádí přirozenými otvory (např. ústy, konečníkem, močovou trubicí) či otvory uměle pro tento účel vytvořenými (u laparoskopie, mediastinoskopie).**

**Její rozvoj byl ovlivněn technickým vývojem v oblasti optiky (ohebná vlákna vedoucí světlo) a videotechniky. Jde o řadu vyšetření nazývaných podle vyšetřovaného orgánu (*vyšetření žaludku* - gastroskopie, *průdušek* - bronchoskopie, *močových cest* - cytoskopie aj). Kromě pohledu umožňuje též odběr vzorků (biopsie) k dalšímu vyšetření.**

**Endoskopie ohebnými (flexibilními) přístroji je pro pacienta poměrně málo zatěžující, je možné ji provést ambulantně a dle potřeby ji opakovat. Uplatňuje se i v léčbě (ERCP, odstranění polypů aj.), což zkracuje dobu nemoci a zmenšuje počet komplikací.**

# Historie

**První pokusy** o pohled do dutých orgánů sahají již na počátek 19.stol. Jako zdroj světla sloužila svíčka nebo směs alkoholu a terpentýnu.

**První gastroskop** zkonstruoval v roce 1868 Kussmaul, (inspirace výkony polykačů mečů), (rigidní endoskop).

**V květnu 1957** na schůzi Americké gastrokopické společnosti představil **Basil I. Hirschowitz** endoskopické veřejnosti první fibroskop (flexibilní endoskop). Použil k vedení světla vláknovou optiku.

**V roce 1963** představil Hirschowitz první endoskop se zdrojem studeného světla, vedeného druhým optickým svazkem a s biooptickým kanálem.

**První zkušeností s flexibilním endoskopem získalo Československo ve 30.letech, endoskopy s vláknovou optikou až na konci 60. let.**

# Druhy „endoskopií“ (1)

**Artroskopie** – vyšetření nebo léčba kloubního prostoru.

**Bronchoskopie** – vyšetření trachei (dýchací trubice) a plicního prostoru (bronchiálního stromu) k odhalení abscesů, bronchitidy, nádorů, tuberkulózy, alveolitidy, infekcí, zánětů.

**Kolonoskopie** – vyšetření tlustého střeva k odhalení polypů, nádorů, tvoření vředů, zánětům tlustého střeva a vyjmutí cizích předmětů.

**Kolposkopie** – přímé zviditelnění vaginy a děložního hrdla (nádory, záněty a další problémy).

**Cystoskopie** – vyšetření močového měchýře, močové trubice, močových drah, prostaty.

**Endoskopická retrográdní cholangio-pancreatografie (ERCP)** – užívá endoskopu k zavedení katetru pro rentgenovou fluoroskopii se zvýšeným kontrastem. Tato technika se využívá pro zviditelnění jaterních a žlučových cest, močového měchýře, slinivky a dalších anatomických útvarů ke kontrole kamenů, dalších překážek a problémů. ERCP pomáhá odhalit cirhózu, karcinomy, pseudocysty, nádory pankreatu, močové kameny atd.

# Druhy „endoskopií“ (2)

**Gastroduodenoskopie** – vizuální kontrola horního gastrointestinálního traktu (gastroskopie), odhalení krvácení, hiatové hernie, zánětu jícnu, vředů apod.

**Endoskopická biopsie** – Biopsie - lékařská metoda užitá k určení struktury a složení tkání nebo buněk. Odebraná živá tkáň z různých částí povrchu i vnitřního prostoru těla je vyšetřována mikroskopicky (SM, TEM, SEM...). Zpravidla se provádí pro zjištění přítomnosti nádorů (maligních nebo benigních).

**Gastroskopie** – vyšetření dráhy jícnu, žaludku a duodena. Gastroskopie je často užívána k diagnostice vředů a dalších zdrojů potenciálního krvácení.

**Laparoskopie** – zviditelnění žaludku, jater a dalších orgánů abdomina včetně ženských pohlavních orgánů.

**Laryngoskopie** – vyšetření hrtanu a hlasivek.

**Rektoskopie** – vyšetření konečníku.

**Thorakoskopie** – Vyšetření pleurální dutiny, osrdečníku.



# Endoskopy

**Podle použitých principů můžeme endoskopy rozdělit do tří skupin:**

- endoskopická zrcátka
- rigidní endoskopy (tubusové)
- flexibilní endoskopy

**Flexibilní či tubusové (rigidní) endoskopy musí mít vodotěsnou konstrukci, která umožňuje snadnou dezinfekci.**

# Endoskopická zrcátka

Endoskopická zrcátka mají různou konstrukci a velmi široké použití.

**Laryngoskopické zrcátko** – plošné zrcátko kulatého tvaru se sklonem k držáku asi  $60^\circ$ ; používá se k nepřímé laryngoskopii (otočené dolů) nebo k zadní laryngoskopii (otočené nahoru).

**Ušní zrcátko** – kovová nálevka, asi 3cm dlouhá, uvnitř pochromovaná, používá se k vyšetření bubínku.

**Nosní zrcátko** – kleště s nálevkovými zrcadlovými plochami, slouží k přední rinoskopii.

**Oční zrcátka** – rovinné nebo konkávní s otvorem uprostřed.

**Oftalmoskop** – používá se k vyšetření očního pozadí a k zjišťování refrakčních vad. Má vlastní světelný zdroj.

**Kolposkop** – jsou dvě lžíce pohyblivě spojené s možností nastavení; používá se zejména k vyšetření děložního čípku.

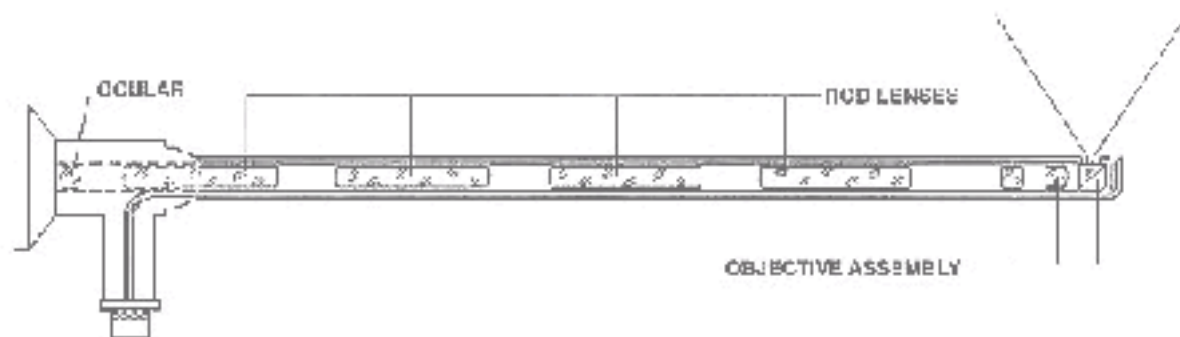
(tyto endoskopy jsou ve většině případů nahrazovány endoskopy tubusovými)

# Endoskopy tubusové

Jsou to obvykle tubusy s optickým systémem tvořeným klasickými čočkami a proximálním nebo distálním osvětlením. Na proximálním konci je umístěn okulár s CCD čipem.

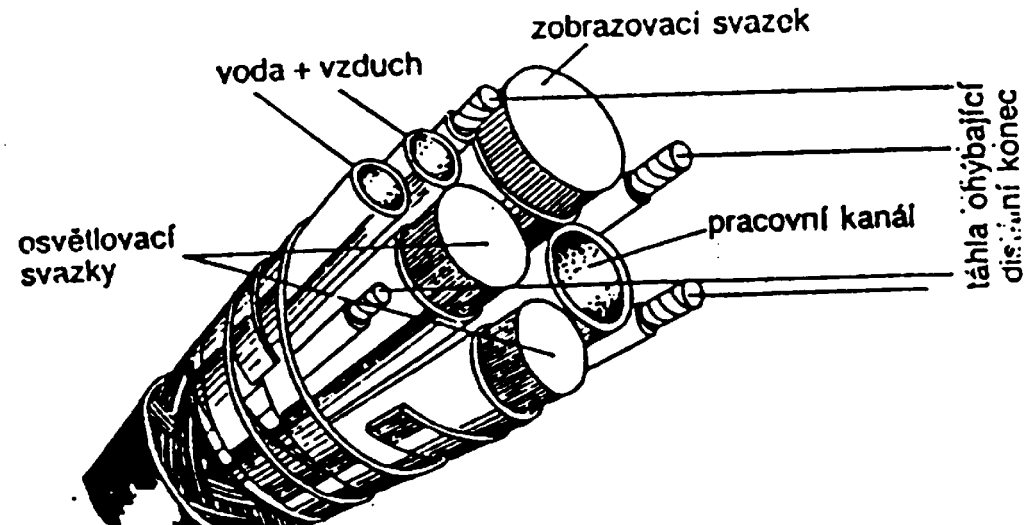
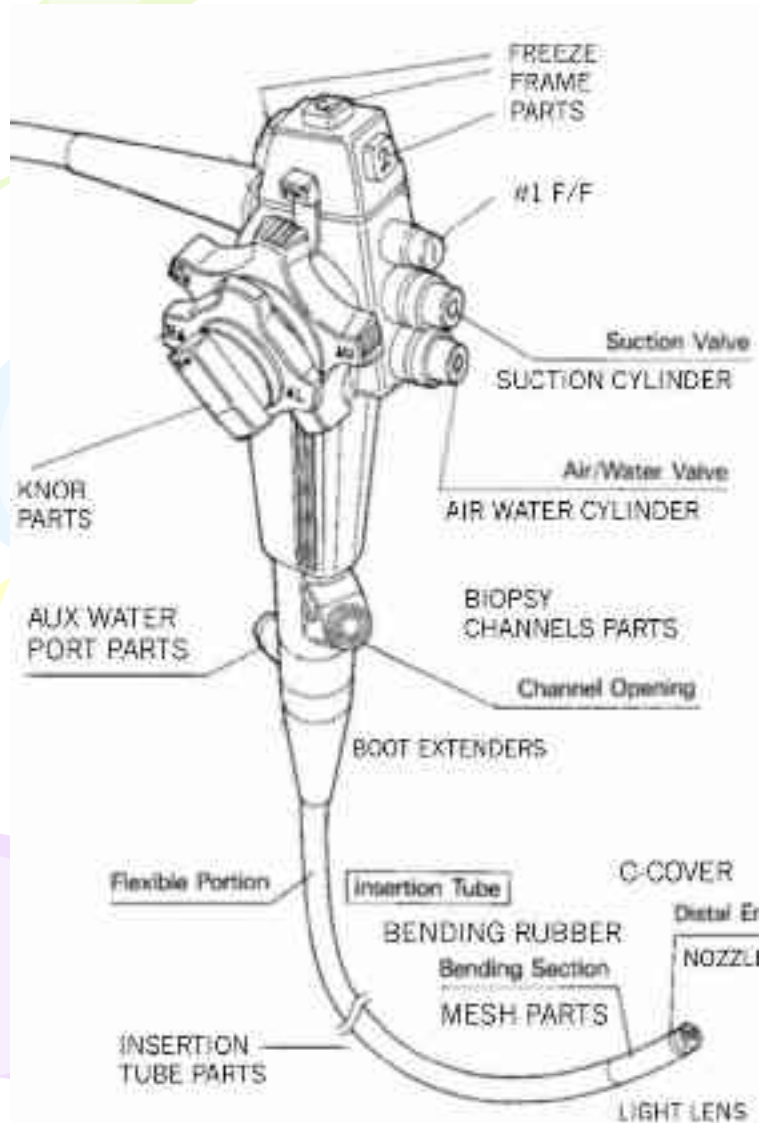
Tyto přístroje se hodí k vyšetření dutin nacházejících se blízko tělních otvorů nebo dutin k nimž není přístup zkomplikován překážkami nebo záhyby. Pro většinu vyšetření vzdálenějších orgánů se dnes podstatně častěji využívají flexibilní endoskopy.

Ke všem moderním přístrojům lze připojit zařízení pro záznam obrazu – klasický nebo digitální fotoaparát, videokameru nebo digitalizační jednotku, což umožňuje zpracovávat data na počítači a to jak off-line tak i on-line.





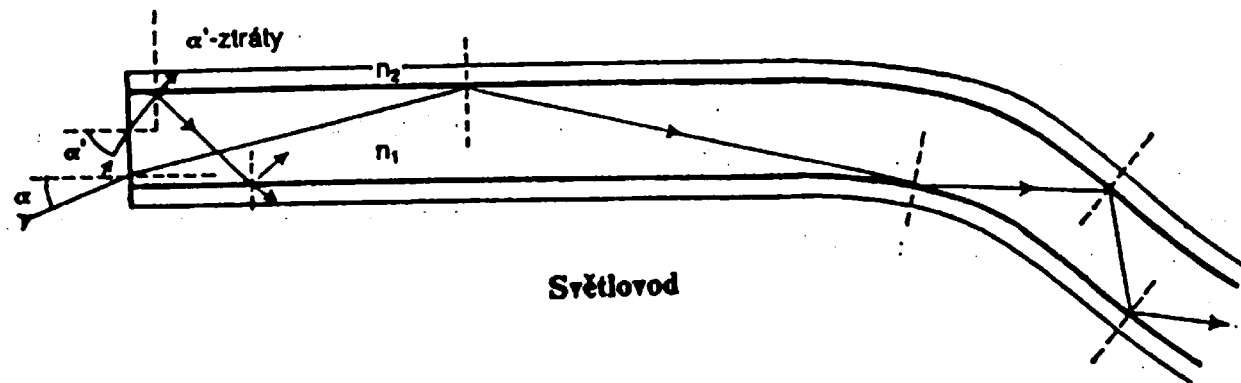
# Flexibilní endoskopy



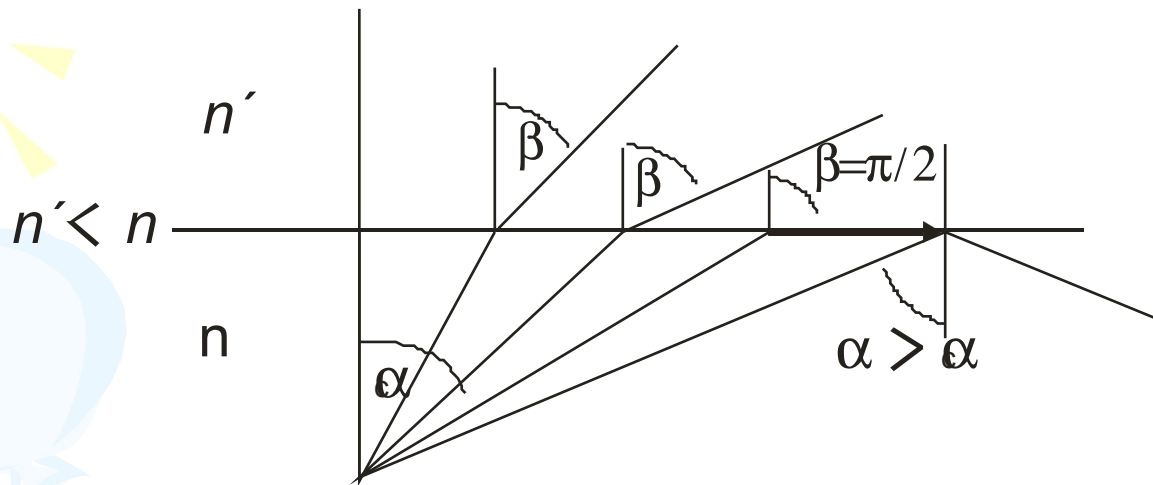
# Flexibilní endoskopy

Fibroskopy - ohebné optické sondy, které přenášejí obraz z nepřístupných míst prostřednictvím svazku optických vláken. Při průchodu z opticky hustšího do opticky řidšího prostředí se paprsek na rozhraní odráží a láme od kolmice.

Může nastat případ, kdy úhel lomu  $\beta$  je  $90^\circ$ . Úhel dopadu je pak označován jako mezní úhel  $\alpha_m$ . Dopadá-li paprsek pod větším úhlem než  $\alpha_m$ , nedochází k lomu, ale pouze k odrazu. Tento jev se nazývá úplný odraz. Toho se využívá k vedení světla světlovodv. které mohou být podle potřebv zakřivenv.



# Opakování-optika světlovodů



Podle Snellova zákona lomu

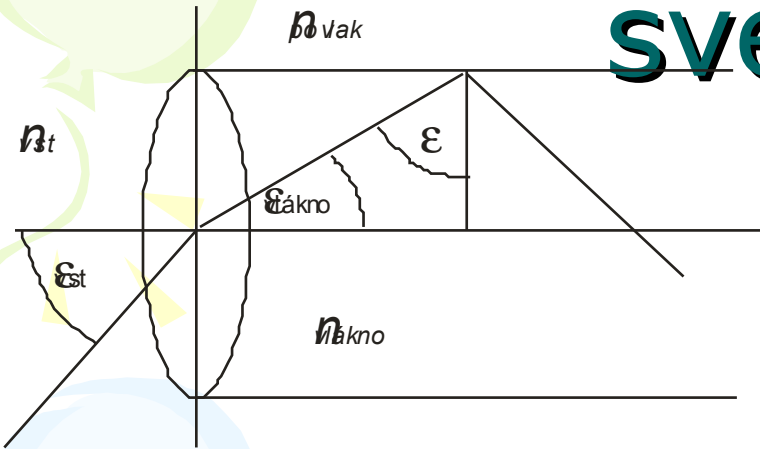
$$n \sin \alpha_c = n' \sin \left( \frac{\pi}{2} \right)$$

Pro **kritický úhel**

$$\alpha_c = \arcsin \left( \frac{n'}{n} \right)$$

Paprsek, který dopadá na rozhraní pod úhlem větším, než je úhel kritický se totálně odráží (**totální reflex-TR**).

# Opakování-optika světlovodů



## Snellův zákon lomu

$$n_{\text{vst}} \sin \epsilon_{\text{vst}} = n_{\text{vlákna}} \sin \epsilon_{\text{vlákna}}$$

Protože  $\sin \epsilon_{\text{vlákna}} = \cos \epsilon = \sqrt{1 - \sin^2 \epsilon}$

(užitím)  $\sin^2 \epsilon + \cos^2 \epsilon = 1$

Maximální úhel dopadu paprsku na čelo vlákna odpovídá podmínce  $\epsilon = \epsilon_c$

Platí tedy

$$n_{\text{vst}} \sin \epsilon_{\text{vst}}^{\text{max}} = n_{\text{vlákna}} \sqrt{1 - \sin^2 \epsilon_c} = n_{\text{vlákna}} \sqrt{1 - \frac{n_{\text{povlak}}^2}{n_{\text{vlákno}}^2}} = \sqrt{n_{\text{vlákno}}^2 - n_{\text{povlak}}^2}$$

# Opakování-optika světlovodů

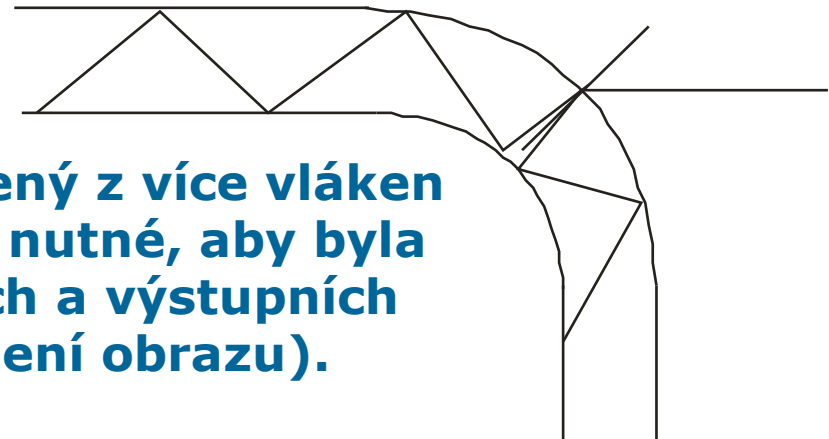
**Numerická apertura** (důležitý parametr optického vlákna).  
Známe-li indexy lomu vlákna a jeho povlaku, můžeme určit numerickou aperturu světlovodu, která vymezuje největší kužel světelných paprsků, které vlákno úspěšně přenese.

$$NA = n_{vst} \sin \epsilon_{vst}^{\max} \quad \text{nebo} \quad NA = \sqrt{n_{vlákna}^2 - n_{povlak}^2}$$

Poznámka:

Pro případ, že vlákna ohýbáme (flexibilní endoskopy, apod.), mohou nastat ztráty světla "únikem" způsobeným větším ohybem světlovodu.

(únik paprsků)



**V případě, že světlovod složený z více vláken používáme pro zobrazení, je nutné, aby byla zachována mozaika vstupních a výstupních vláken (jinak dojde k rozházení obrazu).**

# Flexibilní endoskopy

**Proximální část endoskopu** je tvořena optikou, CCD čipem a ovladači zahnutí distálního konce. Z této části, kterou drží lékař v ruce vychází další světlovodný kabel k vnějšímu zdroji světla (přívody vzduchu a vody). Vyústíje zde i pracovní kanál pro zavedení odsávání, bioptických sond a jiných nástrojů.

**Distální část endoskopu** je zakončena objektivem se zorným úhlem obvykle 30-120°, který zaručuje vstup paprsků do světlovodu pod správným úhlem. Dále jsou to výstupy z osvětlovacích svazků, otvorem pracovního kanálu a otvory kterými se přivádí voda a vzduch. Pracovním kanálkem, lze odsávat tekutinu nebo plyn, či jím vysunout nástroje k léčebným zákrokům.

Většina přístrojů má **dálkově ovladatelné vychylování distálního konce sondy a umožňuje výměnu koncových objektivů**. Tím je v praxi maximalizována velikost prostoru, který lze takovým fibroskopem prohlédnout.

# Videoendoskopy

Ke všem moderním fibroskopům lze připojit **zařízení pro záznam obrazu** – klasický nebo digitální **fotoaparát, videokameru** nebo **digitalizační jednotku**, což umožňuje zpracovávat data na počítači a to jak off-line tak i on-line.

Videoendoskopy jsou stejně jako fibroskopy ohebné optické sondy, které jsou ale vybaveny snímacím videočipem CCD zabudovaným do jejich distální části.

Z hlediska kvality poskytovaného obrazu, množství dodatečných funkcí a tím i širokých aplikačních možností, představují to nejlepší ze současné nabídky.

# Ultrazvukové endoskopy

tyto endoskopy jsou založeny na odrazu ultrazvukových vln ( $f > 20\text{kHz}$ ) z tkání vyšetřovaného objektu.

Signálem je krátký ultrazvukový impuls vyslaný do tkáně elektroakustickým měničem, který se na tkáňových rozhraní v různé míře odráží. Tento odraz nese informaci o daném prostředí, je měničem zachycen, přeměněn na elektrický signál a zpracován do obrazové podoby.

Měří se *fázová rychlost*, která je přímo úměrná elastickým vlastnostem prostředí. Dále je to *akustická impedance*. Ta je dána poměrem akustického tlaku a akustické rychlosti. *Útlum*, který vyjadřuje pokles energie ultrazvukové vlny při průchodu prostředím. Další důležitou diagnostickou informací nám podává měření rychlosti proudění tekutiny (krev, lymfa) založené na Dopplerově jevu.



# Zdroje světla pro endoskopii

Zdroj světla je nezbytnou součástí zařízení. Používají se halogenové nebo xenonové zdroje světla s výkonem okolo 150W.



# Budoucnost endoskopie

Pravděpodobně bude ovlivněna několika aspekty:

a) **Postupný vývoj již existujících principů.** Endoskopy se budou dále miniaturizovat. V nejbližší době se budou gastroskopy zavádět transnazálně. Obraz bude ještě zřetelnější a zorné pole širší. Účinnější bude příslušenství (bioptické kleště....).

b) **Robotizace a mikroendoskopy.** Robotizace dovedená k dokonalosti by znamenala že endoskopista by ovládal své přístroje pohodlně v sedě a ve vedlejší místnosti. V současné době se zkoumají dvě varianty pohybu

- pomocí stlačeného vzduchu
- pomocí kovu s pamětí

Tyto přístroje se budou ovládat dálkově podobně jako televize.

c) Endoskopii však změní i objevy učiněné mimo ni (nanotechnologie).