

# VITREORETINÁLNÍ CHIRURGIE

Kniha byla vydána za laskavé podpory společností:



Doc. MUDr. Martin Šín, Ph.D., FEBO  
a kolektiv

# VITREORETINÁLNÍ CHIRURGIE

## Martin Šín a kol. VITREORETINÁLNÍ CHIRURGIE

### DŮLEŽITÉ UPOZORNĚNÍ

Autoři i nakladatel vynaložili velkou péči a úsilí, aby všechny informace v knize obsažené týkající se dávkování léků a forem jejich aplikace odpovídaly stavu vědy v okamžiku vydání. Nakladatel však za údaje o použití léků, zejména o jejich indikacích, kontraindikacích, dávkování a aplikačních formách, nenese žádnou odpovědnost, a vylučuje proto jakékoli přímé či nepřímé nároky na úhradu eventuálních škod, které by v souvislosti s aplikací uvedených léků vznikly. Každý uživatel je povinen důsledně se řídit informacemi výrobce léčiv, zejména informací přiloženou ke každému balení léku, který chce aplikovat.

*Ochranné obchodní známky (chráněné názvy) léků ani dalších výrobků nejsou v knize zvlášť zdůrazňovány. Z absence označení ochranné známky proto nelze vyvozovat, že v konkrétním případě jde o název nechráněný.*

Toto dílo, včetně všech svých částí, je zákonem chráněno. Každé jeho užití mimo úzké hranice zákona je nepřípustné a je trestné. To se týká zejména reprodukování či rozšiřování jakýmkoli způsobem (včetně mechanického, fotografického či elektronického), ale také ukládání v elektronické formě pro účely rešeršní i jiné. K jakémukoli využití díla je proto nutný písemný souhlas nakladatele, který také stanoví přesné podmínky využití díla. Písemný souhlas je nutný i pro případy, ve kterých může být udělen bezplatně.

### Edice MEDICA

Šéfredaktorka: Mgr. Šárka Mašková

© Martin Šín, 2022

© Maxdorf, 2022

Illustrations © Maxdorf, 2022

Cover layout © Maxdorf, 2022

Vydal Maxdorf s. r. o., nakladatelství odborné literatury, Na Šejdru 247/6a, 142 00 Praha 4

e-mail: info@maxdorf.cz, internet: www.maxdorf.cz

Jessenius® je chráněná značka [No. 267113] označující publikace určené odborné zdravotnické veřejnosti

Odpovědný redaktor: Ing. Veronika Pátková

Jazyková redakce: PharmDr. Aleš Dvořák, MBA

Ilustrace: Jiří Hlaváček

Obálka: Grafické studio Maxdorf

Foto na obálce: z archivu autorů

Sazba: Radek Hrdlička

Tisk: Books Print s.r.o.

Printed in the Czech Republic

**ISBN 978-80-7345-720-4**

#### HLAVNÍ AUTOR

- **Doc. MUDr. Martin Šín, Ph.D., FEBO**, Oční klinika 1. LF UK a ÚVN Praha

#### SPOLUAUTOŘI

- **MUDr. Jan Němčanský, Ph.D., MBA**, Oční klinika LF a FN Ostrava
- **MUDr. Pavel Němec**, Oční klinika 1. LF UK a ÚVN Praha
- **MUDr. Leoš Rejmont**, Oční klinika 1. LF UK a ÚVN Praha
- **MUDr. Štěpán Rusňák, Ph.D.**, Oční klinika LF UK a FN Plzeň
- **MUDr. Juraj Timkovič, Ph.D.**, Oční klinika FN Ostrava
- **MUDr. Miroslav Veith, Ph.D.**, Oftalmologická klinika FNKV a 3. LF UK Praha

#### RECENZENT

- **MUDr. Alexandr Stěpanov, Ph.D., MBA, FEBO**, Oční klinika FNHK a LF UK v Hradci Králové

---

# OBSAH

<b>Předmluva</b> . . . . .	7
<b>Věnování</b> . . . . .	13
<b>1 Historie vitreoretinální chirurgie</b> . . . . .	15
<i>Martin Šín</i>	
Úvod . . . . .	15
<b>2 Základní anatomie a fyziologické informace</b> . . . . .	19
<i>Martin Šín</i>	
Úvod . . . . .	19
Anatomie sklivce . . . . .	19
Vitreoretinální rozhraní . . . . .	24
Vliv vitrektomie na oční fyziologii . . . . .	25
<b>3 Technické vybavení pro vitreoretinální chirurgii, anestezie</b> . . . . .	29
<i>Martin Šín</i>	
Úvod . . . . .	29
3.1 Operační sál . . . . .	30
3.2 Mechanické síly působící při vitreoretinální chirurgii . . . . .	32
3.3 Fluidika . . . . .	32
3.4 Anestezie při vitreoretinálním výkonu . . . . .	34
<b>4 Vyšetření a předoperační rozhodování ve vitreoretinální chirurgii</b> . . . . .	39
<i>Martin Šín</i>	
Úvod . . . . .	39
4.1 Celkové faktory . . . . .	40
4.2 Oční vyšetření . . . . .	41
<b>5 Obecné techniky vitreoretinální chirurgie</b> . . . . .	53
<i>Martin Šín</i>	
Strategie . . . . .	53
Jednotlivé chirurgické kroky . . . . .	53
Silikonový olej . . . . .	59
Perfluorokarbon . . . . .	59
<b>6 Odchlípení sítnice</b> . . . . .	63
<i>Martin Šín</i>	
Úvod a klasifikace . . . . .	63
6.1 Rhegmatogenní odchlípení sítnice . . . . .	63
6.2 Profylaktická léčba jako prevence amoce sítnice . . . . .	71
6.3 Léčebné modality pro zvýšení chorioretinální adheze při prevenci amoce sítnice . . . . .	73

6.4	Chirurgická léčba odchlípení sítnice . . . . .	74
6.5	Sklerální plombáž – zevní chirurgické přístupy řešení amoce sítnice . . . . .	74
6.6	Pars plana vitrektomie . . . . .	76
<b>7</b>	<b>Proliferativní vitreoretinopatie . . . . .</b>	<b>85</b>
	<i>Štěpán Rusňák</i>	
	Úvod . . . . .	85
7.1	Patogeneze. . . . .	85
7.2	Klasifikace . . . . .	86
7.3	Prevence a terapie. . . . .	86
<b>8</b>	<b>Diabetická retinopatie . . . . .</b>	<b>92</b>
	<i>Miroslav Veith</i>	
	Úvod . . . . .	92
8.1	Předoperační vyšetření a anestezie u diabetiků . . . . .	93
8.2	Indikace k chirurgickému výkonu . . . . .	93
8.3	Komplikace . . . . .	112
<b>9</b>	<b>Chirurgie patologií vitreoretinálního rozhraní makulární krajiny . . . . .</b>	<b>118</b>
	<i>Pavel Němec</i>	
	Úvod . . . . .	118
9.1	Vitreomakulární adheze a vitreomakulární trakce . . . . .	119
9.2	Makulární díra . . . . .	127
9.3	Epimakulární membrána . . . . .	140
<b>10</b>	<b>Úrazy oka . . . . .</b>	<b>151</b>
	<i>Leoš Rejmont</i>	
10.1	Klasifikace úrazů oka . . . . .	151
10.2	Mechanické úrazy . . . . .	152
10.3	Diagnostika pronikajícího poranění oka . . . . .	163
10.4	Načasování a způsob chirurgického řešení . . . . .	165
<b>11</b>	<b>Vitreoretinální chirurgie v dětském věku . . . . .</b>	<b>169</b>
	<i>Jan Němčanský, Juraj Timkovič</i>	
	Úvod . . . . .	169
11.1	Vývoj zrakových funkcí . . . . .	169
11.2	Předoperační období . . . . .	171
11.3	Spektrum diagnóz k vitreoretinální chirurgii . . . . .	172
11.4	Peroperační období . . . . .	181
11.5	Pooperační období . . . . .	188
<b>12</b>	<b>Endoftalmitida . . . . .</b>	<b>191</b>
	<i>Martin Šín</i>	
	Úvod . . . . .	191
	Exogenní endoftalmitida . . . . .	191
	Endogenní endoftalmitida . . . . .	192
	Antibiotická léčba endoftalmitidy . . . . .	192
	Role vitrektomie v léčbě endoftalmitidy . . . . .	193
	Chirurgická technika . . . . .	194
	Výsledek léčby. . . . .	194

---

<b>13</b>	<b>Ostatní indikace vitreoretinální chirurgie.</b> . . . . .	196
	<i>Martin Štín</i>	
13.1	Vitrektomie u uveitidy. . . . .	196
13.2	Jamka terče zrakového nervu . . . . .	197
13.3	Submakulární hemoragie . . . . .	198
13.4	Léčba luxovaného jádra čočky, umělé nitrooční čočky a celé čočky do sklivcové dutiny . . . . .	199
	<b>Přehled použitých zkratk</b> . . . . .	204
	<b>Souhrn</b> . . . . .	206
	<b>Summary</b> . . . . .	207
	<b>O autorovi</b> . . . . .	208
	<b>Rejstřík</b> . . . . .	209



---

## 5 OBECNÉ TECHNIKY VITREORETINÁLNÍ CHIRURGIE

Martin Šín

### STRATEGIE

Před každou operací musí mít chirurg rozmyšlen plán optimálního postupu a optimální strategii. Chirurgický algoritmus také musí obsahovat určité alternativy a eventuální plány B, pro případ možných komplikací, případně neočekávaných nálezů. Tento základní plán by měl být znám celému týmu z důvodu zjištění případných specifických nástrojů, přístrojů a léčiv nebo jiného vybavení (plyn, SO, chirurgické barvy atd.).

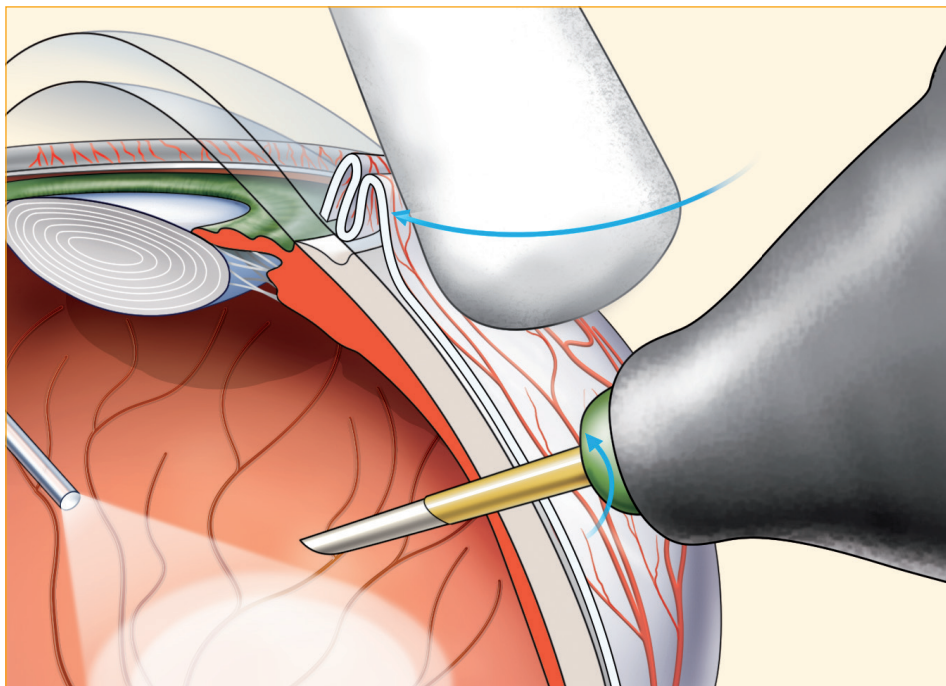
### JEDNOTLIVÉ CHIRURGICKÉ KROKY

#### Bezstehová vitrektomie

Transkonjunktivální, bezstehové, 23/25/27G systémy vitrektomie se v posledních letech vylepšily do bodu, kdy došlo k nahrazení stehové 20G vitrektomie, která již nemůže být dále považována za zlatý standard. Průzkum preferencí a trendů z roku 2017, který provedla Americká společnost specialistů na sítnici ukázal, že 22 % VR chirurgů v USA provedlo alespoň u některého případu v předchozím roce nejmenší 27G PPV [1]. Výhodou bezstehové vitrektomie je vyšší bezpečnost z důvodů snížení rizika iatrogenních trhlin, kratší operační čas, lepší komfort pro pacienta a rychlejší zraková rehabilitace. V současnosti zůstává klasická 20G sklerotomie indikována pouze v případech extrakce cizího tělesa při penetrujícím poranění a při odstraňování denzních čočkových hmot při luxaci do sklivcového prostoru pro použití endogenní fakoemulzifikační sondy. Transkonjunktivální přístup také prakticky eliminoval potřebu otevírání spojivky. Menší průměr kanyl a nástrojů však ovlivňuje rychlost proudění, účinnost a efektivitu vitrektomu a manévrovatelnost s nástroji (viz kap. 3 Technické vybavení pro vitreoretinální chirurgii).

#### Sklerotomie

Před provedením sklerotomie za pomoci trokaru při bezstehové vitrektomii je nutné posunout spojivku. Tento manévr zajistí, že otvor ve spojivce není ve stejném místě jako otvor ve sklěře, vede k redukci případného průsaku a eliminuje možnost průniku infekce (obr. 5.1). Sklerotomie je potřeba konstruovat ve vzdálenosti 3,5–4 mm od rohovkového limbu (v závislosti na stavu čočky). Neexistuje jednoznačný návod pro přesné umístění sklerotomií u konkrétních hodin a je plně na zvyklosti operátora. Pokud to lze, měly by



**Obr. 5.1** Posunutí spojivky před provedením sklerotomie za pomoci trokaru s cílem zajistit, aby otvor ve spojivce nebyl ve stejném místě jako otvor ve skléře (prevence případného průsaku a průniku infekce)

sklerotomie být umístěny mimo spojivkové jizvy, filtrační polštář, a oblasti s abnormální pars plana. Dále by umístění sklerotomií mělo dovolovat co možná nejlepší rozsah pohybu nástrojů ve sklivcovém prostoru.

Trokar u systémů 25 a 23G by měl být zaveden pod úhlem cca 30°. Tento šikmý přístup vytvoří po odstranění portů na konci operace samozavíratelné vlastnosti rány. Dříve bylo doporučováno konstruování sklerotomií ve dvou krocích, nejdříve šikmo a poté přímo skrz skléru. Dle dostupných dat však není tento způsob nikterak výhodnější oproti šikmému přístupu v celé tloušťce skléry, který je doporučován v současnosti [2,3]. Při aplikaci je potřeba neprocházet sklérou pod velkým úhlem, protože je riziko zavedení portu do subchroidálního či subretinálního prostoru. Dle dostupných dat 27G systém dokonce umožňuje provést přímý, kolmý, transsklerální, jednokrokový vstup do sklivcové dutiny s minimální potřebou stehů [4,5].

## Vitrektomie – odstranění sklivce

Standardní postup při odstraňování sklivce doporučuje toto pořadí: 1) korová vitrektomie, 2) separace ZSM, pokud již není přítomna, 3) periferní vitrektomie (shaving), 4) odstranění (peeling) epiretinálních membrán. Pokrok v posledních letech a lepší porozumění patologickým vztahům ve sklivcové dutině však vede k tomu, že často dochází k modifikaci popsaného algoritmu.

V případě, že je přítomna opakní **přední sklivcová membrána**, je nutno ji odstranit již v prvním kroku. Pokud je oko fakické, je odstranění přední sklivcové membrány komplikované až nemožné bez poškození čočky. V extrémním případě je pro vizualizaci sklivcového prostoru nutné odstranění čočky. Pokud je přední sklivcová membrána transparentní a není přítomna přední trakce, může být tato membrána ponechána. U pseudofakických pacientů se doporučuje taktéž ponechat membránu intaktní z důvodů prevence zamlžení čočky v pozdějších fázích operace (při výměně za vzduch). **Korová vitrektomie** v drtivé většině případů nevyžaduje žádnou zvláštní pozornost. Střední část sklivce je často zkapalněna, a tím je korová vitrektomie značně zjednodušena. Následuje **uvolnění zadní sklivcové membrány**, které je potřeba provést ve většině případů před řešením epiretinálních membrán. Výjimkou z tohoto pravidla jsou stavy, kdy je část ZSM součástí epiretinálních membrán (hlavně u diabetiků). V těchto případech je potřeba nejdříve provést segmentaci, delaminaci, event. peeling membrány a poté separovat ZSM. Zadní sklivcovou membránu je možno chirurgicky separovat ve většině případů pomocí vitrektomu. Zadní sklivec je nejjednodušší zvedat v místě úponu při papile, při vypnutém sekání vitrektomu pomocí vysoké sukce. Tímto mechanismem lze zvedat zadní sklivec bez nutnosti obarvení v drtivé většině případů. Nevýhodou tohoto přístupu je možné vytvoření nadměrné trakce na sítnici. Alternativní způsob, kterým lze chirurgicky provést separaci zadního sklivce bez vyvolání výrazné trakce do oblasti makuly a periferní sítnice, je takzvaná hydrodisekce. Tato metoda zahrnuje vytvoření otvoru v ZSM v oblasti horní temporální arkády. Následné provedení vitrektomie nad otvorem s otvorem portu vitrektomu směřujícího dolů. Jak se sklivec pohybuje do vitrektomu, naplní infuzní tekutina prostor vytvořený za ní a „hydrodisekuje“ zadní sklivcovou membránu s minimální (téměř žádnou) trakcí.

Technicky náročnější je elevace zadního sklivce u mladších pacientů (nejčastěji po úrazu), u kterých nedošlo alespoň k parciální spontánní separaci zadního sklivce. U těchto případů doporučujeme provést vizualizaci sklivce pomocí barviva (membránová modř) nebo triamcinolonu a následnou separaci provést elevátorem sklivce. Pokud je separovaná ZSM zkrácena, je nutno provést její uvolnění ve střední periférii, nejčastěji je vhodné zahájit tento manévr v nazální polovině a pak provést cirkulární oddělení s vytvořením přední a zadní části ZSM.

Pokud je zkrácená ZSM součástí epiretinální membrány, lze ji uvolnit pouze v případě, že při uvolnění nedochází k výrazné trakci sítnice. Jestliže je trakce silná, je doporučováno provést uvolnění a delaminaci membrány pomocí zahnutých horizontálních nůžek. Pokud je pod zkrácenou ZSM přítomna krev, lze ji odsát pomocí aktivní sukce vitrektomu s vypnutím sekání.

## Epiretinální membrány

Cílem odstranění epiretinální membrány je způsobit co nejmenší traumatizaci sítnice při přerušení (případně minimalizaci) tangenciální trakce na povrchu sítnice. Zároveň je potřeba vyloučit riziko reproliferace mezi zbylými epicentry membrán/y na podkladě přestavby případného krvácení na fibrin. Epiretinální membrány je možno řešit třemi přístupy: a) sloupnutí (peeling), b) segmentace, c) delaminace. Rozhodnutí o vhodném přístupu záleží na povaze patologie, která způsobuje membránu. Pokud je membrána řešena segmentací pro přítomnost tangenciální trakce, jsou její části ponechány. Diabetické

membrány většinou vyžadují delaminaci s předcházející segmentací. Membrány u PVR je v časných stádiích možno řešit peelingem.

**Peeling membrány** (i MLI) lze provádět pomocí peelingové pinzety (autorova preference) dále je možno u některých typů membrán využívat škrabku s diamantovým prachem, případně u hutných membrán drobný membránový hrot (pic). U těchto nástrojů je však nutná opatrná manipulace vzhledem k nebezpečí poškození sítnice. Pro **delaminaci** je vhodné používat zakřivené nůžky, které mohou být využity také pro předcházející **segmentaci**. Výhodou jejich použití v porovnání s vertikálními nůžkami s úhlem čepel 135° („pravouhlé nůžky“) je menší riziko případného iatrogenního poškození sítnice. Zároveň radius ohnutí čepel je velmi podobný zakřivení sítnicovému povrchu, takže může být bezpečně umístěn do prostoru mezi epiretinální membránou a povrchem sítnice. Nakloněním mohou být tyto nůžky také použity pro segmentaci membrán, a nemusí tak docházet k výměně nástroje během časté kombinace segmentace a delaminace.

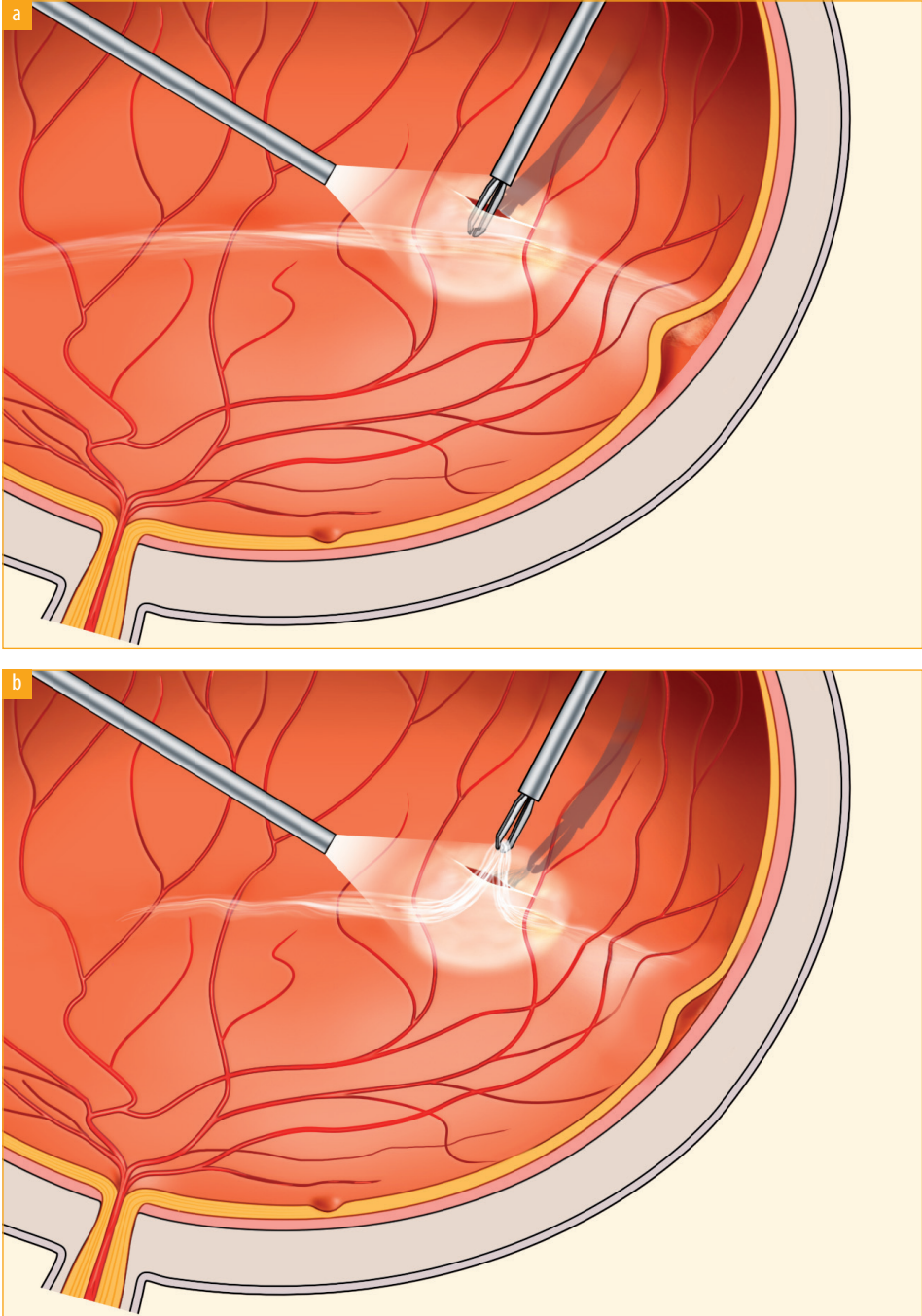
K vizualizaci membrány (a MLI) je vhodné (nutné) **použití barviva**. V současnosti lze použít indocyaninovou zeleň (ICG), trypanovou modř (TB) a brilantovou modř G (BBG), případně někteří autoři uvádějí triamcinolon-acetonid (TA) a krev [6]. **Indocyaninová zeleň** se používá k obarvení MLI (barví ji velmi dobře), avšak kvůli některým potenciálním obavám z toxicity pro buňky sítnice a RPE toxicity se jejich rutinní využití značně snížilo [7]. Trypanová modř barví dobře ERM, ale hůře MLI. Pro zlepšení barvení MLI, musí být použita po výměně kapalina/vzduch nebo rozpuštěna v 10% glukóze, ale i tak musí být dodržen minimálně 2minutový kontakt s membránou (sítnicí). **Trypanová modř** dle dostupných literárních zdrojů nevykazuje žádné známky toxicity [8]. **Brilantová modř** je syntetické barvivo, má selektivní afinitu k MLI a barví dobře v isoosmolárním roztoku 0,25 mg/ml (0,025 %). K nabarvení dochází po krátkém kontaktu s povrchem sítnice. Dlouhodobě nebyly pozorovány žádné klinické známky toxicity [8,9].

## Subretinální proliferace

Subretinální proliferace mohou být různé konfigurace – plošné, pruhovité, případně kruhovitěho tvaru. Protože subretinální proliferace má z biologické podstaty menší tendenci k reprolikeraci, je taktika jejího odstranění ovlivněna hlavně anatomickým tvarem. Indikací k provedení subretinální chirurgie, představují případy, kdy není možné znovupřiložení sítnice bez pokřivení makulární oblasti. Pro odstranění subretinální proliferace může být použito sloupnutí (peeling) nebo segmentace. V případech, kdy je původní (primární) trhlina příhodně umístěna, může být využita k průniku nástroje do subretinálního prostoru. Pokud není trhlina přítomna nebo její lokalizace není příhodná k použití, je vhodné využít k přístupu do subretinálního prostoru iatrogenní otvor vytvořený „proražením“ sítnice hrotem zavřetých nůžek (obr. 5.2). Puhové proliferace lze vytáhnout skrz otvor jedné sklerotomie, plošné subretinální membrány musí být před odstraněním sloupnuty z povrchu sítnice. V některých případech jsou subretinální pruhy natolik pevně fixované, že je lépe přistoupit k jejich segmentaci, tím ke zrušení trakce a ponechání reziduí v subretinálním prostoru.

## Techniky extruze

Extruze je technika odsátí (vytlačení) materiálu z oka za pomoci Charlesovy kanyly (většinou s měkkým koncem). Tato kanyla za použití nízkého tlaku je ideální k opatrnému odstranění volné krve, perfluorodekalinu, olejových kapének, nebo drobných částí čočkových



**Obr. 5.2** Vytvoření přístupu do subretinálního prostoru iatrogenním otvorem „proražením“ sítnice (a) a následné „vytažení“ pruhu subretinální PVR (b)

■ Tabulka 5.1 Vlastnosti plynů používaných k tamponádě

Plyn	Expanze při 100% koncentraci	Koncentrace používaná při operaci (%)	Doba vstřebání plynu z oka (dny)
Vzduch	0×		5–7
SF6	2×	20	10–14
C2F6	3,5×	16	30–35
C3F8	4×	12	55–65

hmot ze sklivcové dutiny nebo sítnicového povrchu po kompletním odstranění sklivce vitrektomem. Charlesova kanyla má tzv. flétnový mechanismus, který umožňuje dokonalou kontrolu odsávání na základě utěsnění, nebo otevření otvoru pomocí prstu. Pro odsávání tekutiny ze subretinálního prostoru (subretinální tekutina, krev) je vhodné použít kanyly s měkkým koncem (jde o drobné gumové zakončení), které umožňují lepší a šetrnější průnik do subretinálního prostoru. **Standardní algoritmus drenáže subretinální tekutiny** vypadá takto: začíná se extruzí subretinálního prostoru s navazující výměnou voda/vzduch, během které pokračuje kontinuálně extruze subretiny. V případě že by výměna voda/vzduch předcházela provedení extruze subretiny, nedojde k jejímu úplnému vysátí, protože je gravitací posunuta posteriorně. V tomto případě musí být subretinální tekutina odsáta skrz retinotomii, protože výrazně zvyšuje riziko vzniku makulárního přehybu (foldu) (viz obr. 6.8).

## Tamponáda sklivcové dutiny

**Povrchové napětí** na rozhraní dvou prostředí je důležitým aspektem využívaným ve VR chirurgii. Toto napětí na rozhraní voda/vzduch (plyn) je vyšší v porovnání s povrchovým napětím na rozhraní voda/SO, které je navíc snižováno případnou přítomností lipoproteinů z krve nebo u zánětu na podkladě emulzifikace. Ačkoliv slovo tamponáda implikuje význam vztlaku na přitlačení sítnice k RPE, je důležité si uvědomit, že povrchové napětí je daleko významnější síla v porovnání se vztlakovou silou vzduchu, plynu nebo SO. Působení tamponády v přítomnosti retinální trhliny znamená tedy spíše její uzavření prostřednictvím povrchového napětí. Tím dojde k obnovení transretinálního gradientu a přiložení sítnice. Stejný mechanismus je využíván k uzavření sklerotomie po bezstehové vitrektomii. V tomto případě je vhodné použití vzduchu, který zůstává přítomen několik dní, což představuje dostatečný čas k pevnému uzavření sklerotomie. U léčby trhliny při odchlípení sítnice je potřeba déle trvající tamponáda (SF6, perfluoropropan – C3F8, nebo SO), protože k vytvoření pevného srůstu v chorioretinálním rozhraní dochází v řádu dnů (tab. 5.1).

## Výměna voda (tekutina)/vzduch

Výměna voda/vzduch představuje základní krok, který je prováděn před ukončením převážné většiny vitrektomií z důvodu uzavření sklerotomií prostřednictvím povrchového napětí (viz předchozí oddíl). Ostatní tamponády jsou navíc v drtivé většině aplikovány do sklivcové dutiny vyplněné vzduchem. Vzduch je do sklivcové dutiny vhaněn infuzí

za pomoci konstantního tlaku generovaného mikrochirurgickou jednotkou. Během této výměny je také často (u odchlípení sítnice) prováděna drenáž subretinální tekutiny, jak bylo popsáno v předchozí části. Pokud nedojde ke kompletnímu přiložení sítnice, případně přetrvává patologie, lze provést chirurgii pod vzduchem.

## Výměna vzduch/plyn

Pro déletrvající tamponádu je vhodné použít expanzní plyn. Při výměně vzduch/plyn je vhodná aplikace v isoexpanzní koncentraci (25 % pro SF<sub>6</sub> a 18 % pro C<sub>3</sub>F<sub>8</sub>). Z vlastní zkušenosti však doporučuji použít koncentrace ještě o trochu nižší (20 % a 15 %), obzvláště u pacientů v celkové anestezii vzhledem k riziku větší expanze plynu (viz odd. 3.4 Anestezie při VR výkonu). Vlastní výměna je prováděna aplikací plynu do sklivcové dutiny přes infuzní port, odsávání vzduchu se provádí Charlesovou kanylou, jejíž hrot je umístěn nad papilou. Tato technika dovoluje rovnoměrnou distribuci plynu a eliminuje riziko nerovnoměrné perfuze plynu ve sklivcové dutině.

## SILIKONOVÝ OLEJ

Silikonový olej jako nitrooční tamponádu zavedl Cibis [10]. Je velmi užitečný v případech, které vyžadují dlouhodobou tamponádu. Silikonové oleje jsou hydrofobní polymery křemíku a kyslíku (organosiloxany) s různými postranními řetězci. Chemické a fyzikální vlastnosti SO závisejí na molekulové hmotnosti a délce řetězce. Nárůst délky polymerního řetězce zvyšuje molekulovou hmotnost oleje, a tím vzroste jeho viskozita. V současnosti se používají SO s viskozitou v rozmezí od 1000 do 5000 cSt (centistokes, 1 St = 1 cm<sup>2</sup>·s<sup>-1</sup>). Doposud nezodpovězenou otázkou je, zda zvýšení viskozity SO snižuje riziko jeho emulzifikace. V této oblasti není jednoznačný důkaz [11,12]. Jednou z vlastností SO je emulzifikace, při které dochází ke snížení povrchového napětí vlivem degradace chemických vazeb. Emulzifikace SO je časově závislá a ve většině případů nastává do 1 roku [13]. Pohyb SO může navodit stíhové síly, které mohou způsobit časnou emulzifikaci. Dobrá náplň sklivcové dutiny SO tak snižuje rychlost emulzifikace. U případů těžké PVR, zejména v případech s předchozími vícenásobnými operacemi a opakovaným odchlípením sítnice dolních kvadrantů, existuje vysoká pravděpodobnost recidivy odchlípení sítnice. V těchto případech je možné použít k tamponádě **těžký silikonový olej**. Tento olej má vyšší hustotu než voda a je účinný při tamponádě dolní periferie sítnice. V současnosti jsou k dispozici těžké SO Densiron 68 a Oxane HD.

## Výměna vzduch/silikonový olej

Protože povrchové napětí vzduchu je větší v porovnání se SO, je před naplněním SO potřeba u odchlípení sítnice provést důslednou drenáž subretinální tekutiny a kompletně přiložit sítnici. Silikonový olej je aplikován krátkou kanylou přes horní port (temporální nebo nazální – v závislosti na stranové preferenci chirurga). Vzduch je vytlačován přes infuzní port, dokud nedojde k jeho okluzi SO. Následně je zbytek vzduchu vytlačen přes port, který pokud má chlopně, musí být otevřen krátkou kanylou.

## Vypuštění silikonového oleje

Optimální načasování vypuštění SO není jednoznačné. Nejčasnější doporučení pro odstranění bylo za dva měsíce, na druhou stranu jsou také případy, kdy je tamponáda SO ponechána permanentně [14]. Anatomicky úspěšně operované oči mají po vypuštění SO pravděpodobnost vylepšení zrakové ostrosti [15]. Hlavní komplikací spojenou s odstraněním SO je recidiva odchlípení sítnice a hypotonie. Technické provedení vypuštění SO je zrcadlovým opakem provedení tamponády. Jediným rozdílem je, že do oka je místo vzduchu napouštěn Ringerův roztok.

## PERFLUOROKARBON

Perfluorokarbon (PFCL) byl původně vyvinut jako krevní náhrada pro jeho biologicky inertní povahu a schopnost transportovat kyslík. Biologická kompatibilita vedla k jeho použití jako retinální tamponády. Chang se spolupracovníky byli první, kteří použili PFCL u lidí [16]. Jeho použití při operacích sítnice se stalo důležitým mezníkem v případech, které byly dříve považovány za neřešitelné.

Perfluorokarbon je bezbarvý a bezzápachový, má vysokou hustotu a nízkou viskozitu (2–3 Cs při 25 °C). Nízká viskozita umožňuje snadné vstříkávání a nasávání. Perfluorokarbony jsou biologicky inertní a stabilní při teplotách do 400 °C. Vysoká specifická hmotnost ve srovnání s vodou pomáhá při přitlačení amoce sítnice tím, že vytlačuje subretinální tekutinu anteriorně a současně dochází k přiložení sítnice. Tamponádní síla je vyšší ve srovnání se SO. Perfluorokarbony mají nízké povrchové napětí. V důsledku kohezivních sil mezi molekulami má PFCL tendenci zůstat v jedné jediné bublině. Tyto vlastnosti snižují pravděpodobnost dislokace do subretinálního prostoru. Nejsou informace, že by použití PFCL jako krátkodobé tamponády (6–7 dnů) způsobovalo nějaké toxické účinky. Míra anatomické úspěšnosti operace sítnice v těchto případech se uvádí mezi 76 a 82 % se zlepšením zrakové ostrosti v 50–86 % případů [17–20]. Hlavními indikacemi pro použití PFCL jsou v současnosti odchlípení sítnice s PVR, odchlípení sítnice s velkou trhlinou, řešení subretinální hemoragie, dislokace nitrooční čočky do sklivcového prostoru (přirozené i IOL). Perfluorokarbon lze také použít jako krátkodobou nebo střednědobou tamponádu u trhlín, kde jsou konvenční tamponády neúčinné (z důvodu omezené možnosti polohovat).

## Výměna perfluorokarbon/silikonový olej

Přímá výměna PFCL/SO je užitečná v případě velkých děr nebo rozsáhlejších retinektomií. Při těchto operacích může při konvenčním mezízkroku s výměnou PFCL/vzduch dojít k ohrnutí okraje trhliny (retinektomie). Výměna PFCL/SO snižuje riziko této komplikace.

## Retinektomie a retinotomie

Retinektomie je preferována před relaxační retinotomií na základě toho, že při kompletním odstranění přední části sítnice je sníženo riziko recidivy PVR. Důvodem je odstranění patologicky změněné hypoxické sítnice, která stále produkuje proliferační faktory. Před provedením periferních retinektomií je vhodná LFK demarkace resekované sítnice



se zaměřením na kmeny hlavních cév. Vlastní retinektomii lze udělat vitrektomem. Zvláštním případem jsou **drenážní retinotomie** v oblasti zadního pólu. V současnosti preferují v těchto případech provedení pouze drobného naříznutí sítnice s ohledem na architekturu sítnicových vláken. Výhodu tohoto přístupu spatřujeme v tom, že takto vytvořená retinotomie nemusí být zajištěna laserovou baráží.

## Literatura

1. American Society of Retinal Specialists. Preferences and trends survey. 2017. [www.asrs.org](http://www.asrs.org).
2. Singh RP, Bando H, Brasil OF, Williams DR, Kaiser PK. Evaluation of wound closure using different incision techniques with 23-gauge and 25-gauge microincision vitrectomy systems. *Retina*. 2008;28(2):242-8.
3. Taban M, Sharma S, Ventura AA, Kaiser PK. Evaluation of wound closure in oblique 23-gauge sutureless sclerotomies with visante optical coherence tomography. *Am J Ophthalmol*. 2009;147(1):101-7.
4. Khan MA, Shahlaee A, Toussaint B, Hsu J, Sivalingam A, Dugel PU, Lakhnpal RR, Riemann CD, Berrocal MH, Regillo CD, Ho AC. Outcomes of 27 gauge microincision vitrectomy surgery for posterior segment disease. *Am J Ophthalmol*. 2016;161:36-43.
5. Rizzo S, Barca F, Caporossi T, Mariotti C. Twentyseven-gauge vitrectomy for various vitreoretinal diseases. *Retina*. 2015;35(6):1273-8.
6. Zhao P, Wang S, Liu N, Shu Z, Zhao J. A review of surgical outcomes and advances for macular holes. *J Opt*. 2018;2018:7389412.
7. Smiddy WE, Flynn HW. JR. M. Pathogenesis of macular holes and therapeutic implications. *Am J Ophthalmol*. 2004;137(3):525-37.
8. Gaudric A, Tadayoni R. Macular hole. In: Ryan retina. 6th ed. Elsevier: Amsterdam; 2004. p. 2.
9. Natarajan S, Hussain N, Dabir S. Textbook of vitreoretinal diseases and surgery. Noida: Jaypee Brothers, Medical Publishers; 2009.280-2302.
10. Cibis PA, Becker B, Okun E, Canaan S. The use of liquid silicone in retinal detachment surgery. *Arch Ophthalmol*. 1962;68:590-9.
11. Crisp A, de Juan E Jr, Tiedeman J. Effect of silicone oil viscosity on emulsification. *Arch Ophthalmol*. 1987;105:546.
12. Scott IU, Flynn HW Jr, Murray TG, Smiddy WE, Davis JL, Feuer WJ. Outcomes of complex retinal detachment repair using 1000- versus 5000-centistoke silicone oil. *Arch Ophthalmol*. 2005;123(4):473-8.
13. Toklu Y, Cakmak HB, Ergun SB, Yorgun MA, Simsek S. Time course of silicone oil emulsification. *Retina*. 2012;32(10):2039-44.
14. Jiang Y, Li X. The best timing of silicone oil removal. *Zhonghua Yan Ke Za Zhi*. 1997;33(1):39-41.
15. The Silicone Study Group. The effect of silicone oil removal. Silicone study report 6. *Arch Ophthalmol*. 1994;112:778.
16. Chang S, Ozmert E, Zimmerman NJ. Intraoperative perfluorocarbon liquids in the management of proliferative vitreoretinopathy. *Am J Ophthalmol*. 1988;106(6):668-74.
17. Drury B, Bourke RD. Short-term intraocular tamponade with perfluorocarbon heavy liquid. *Br J Ophthalmol*. 2011;95(5):694-8.
18. Suk KK, Flynn HW Jr. Management options for submacular perfluorocarbon liquid. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging*. 2011;42(4):284-91.
19. Velikay M, Stolba U, Wedrich A, Li Y, Datlinger P, Binder S. The effect of chemical stability and purification of perfluorocarbon liquids in experimental extended-term vitreous substitution. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 1995;233(1):26-30.
20. Sirimaharaj M, Balachandran C, Chan WC, et al. Vitrectomy with short term postoperative tamponade using perfluorocarbon liquid for giant retinal tears. *Br J Ophthalmol*. 2005;89(9):1176-9.