

Zdeněk Krška a kolektiv

Techniky a technologie v chirurgických oborech

Vybrané kapitoly



Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být reprodukována a šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude **trestně stíháno**.

Používání elektronické verze knihy je umožněno jen osobě, která ji legálně nabyla a jen pro její osobní a vnitřní potřeby v rozsahu stanoveném autorským zákonem. Elektronická kniha je datový soubor, který lze užívat pouze v takové formě, v jaké jej lze stáhnout s portálu. Jakékoliv neoprávněné užití elektronické knihy nebo její části, spočívající např. v kopírování, úpravách, prodeji, pronajímání, půjčování, sdělování veřejnosti nebo jakémkoliv druhu obchodování nebo neobchodního šíření je zakázáno! Zejména je zakázána jakákoliv konverze datového souboru nebo extrakce části nebo celého textu, umístování textu na servery, ze kterých je možno tento soubor dále stahovat, přitom není rozhodující, kdo takovéto sdílení umožnil. Je zakázáno sdělování údajů o uživatelském účtu jiným osobám, zasahování do technických prostředků, které chrání elektronickou knihu, případně omezují rozsah jejího užití. Uživatel také není oprávněn jakkoliv testovat, zkoušet či obcházet technické zabezpečení elektronické knihy.





Copyright © Grada Publishing, a.s.

Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být reprodukována a šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude trestně stíháno.

TECHNIKY A TECHNOLOGIE V CHIRURGICKÝCH OBORECH

Vybrané kapitoly

Vedoucí autorského kolektivu, hlavní autor: prof. MUDr. Zdeněk Krška, CSc.

Editoři: prof. MUDr. Zdeněk Krška, CSc., prof. MUDr. Miroslav Zeman, DrSc., MUDr. Michaela Schneiderová

Kolektiv autorů: MUDr. Petr Baňář, doc. MUDr. Radan Brůha, CSc., MUDr. Filip Burget, prof. MUDr. Jan Daneš, CSc., MUDr. Rudolf Demeš, CSc., doc. MUDr. Jan Dostalík, CSc., doc. MUDr. Jaroslav Feyereisel, CSc., MUDr. Roman Fraško, MUDr. Vladimír Frýba, prof. MUDr. Tomáš Hanuš, DrSc., prim. MUDr. Josef Hořejš, CSc., MUDr. David Hoskovec, MUDr. Jiří Hubík, MUDr. Robert Hvižd, MUDr. David Charvát, prim. MUDr. Vladimír Chlouba, MUDr. Kristian Chrz, MUDr. Anna Jedličková, MUDr. Dušan Klos, Ing. Jan Kratochvíl, MUDr. Josef Kraus, prof. MUDr. Zdeněk Krška, CSc., MUDr. Karel Kudrna, CSc., doc. MUDr. Tomáš Kvasnička, CSc., prim. MUDr. Jana Lachmanová, MUDr. Daniel Langer, doc. MUDr. Lubomír Martínek, Ph.D., MUDr. Jan Matek, RNDr. Romana Mrázová, Ph.D., doc. MUDr. Čestmír Neoral, CSc., MUDr. Květoslav Novák, Gabriela Opatřilová, MUDr. Oldřich Paul, prim. MUDr. Ivan Pavlík, MBA, MUDr. Jaromír Petrtýl, CSc., prof. MUDr. Ctibor Povýšil, DrSc., MUDr. Petr Rambousek, Karla Rodáková, prof. MUDr. Miroslav Ryska, CSc., doc. MUDr. Michal Semrád, CSc., prim. MUDr. Dušan Schmidt, MUDr. Michaela Schneiderová, Mgr. Dagmar Škochová, doc. MUDr. Jan Tošovský, CSc., MUDr. Stanislav Trča, Ph.D., MUDr. Jan Ulrych, MUDr. Vít Vachalovský, Mgr. Veronika Zachová, prof. MUDr. Tomáš Zima, DrSc., MBA

Recenze: prof. MUDr. RNDr. Jiří Beneš, CSc., prof. MUDr. Jan Wechsler, CSc.

Vydání odborné knihy schválila Vědecká redakce nakladatelství Grada Publishing, a.s.

© Grada Publishing, a.s., 2011

Obrázky dodali autoři. Čerpáno po souhlasu i z firemních zdrojů. Obrázek 6.4 překreslila Miloslava Krédlová.

Cover Photo © fotobanka allphoto, 2011

Vydala Grada Publishing, a.s., U Průhonu 22, Praha 7

jako svou 4426. publikaci

Odpovědná redaktorka Mgr. Jitka Straková

Sazba a zlom Milan Vokál

Počet stran 264

1. vydání, Praha 2011

Vytiskla tiskárna FINIDR, s.r.o., Český Těšín

Nakladatelství i autoři děkují společnosti Johnson & Johnson, s.r.o., i všem ostatním sponzorům za finanční podporu, která umožnila vydání této publikace.

Názvy produktů, firem apod. použité v knize mohou být ochrannými známkami nebo registrovanými ochrannými známkami příslušných vlastníků, což není zvláštním způsobem vyznačeno.

Postupy a příklady v této knize, rovněž tak informace o lécích, jejich formách, dávkování a aplikaci jsou sestaveny s nejlepším vědomím autorů. Z jejich praktického uplatnění ale nevyplývají pro autory ani pro nakladatelství žádné právní důsledky.

ISBN 978-80-247-3815-4 (tištěná verze)

ISBN 978-80-247-7532-6 (elektronická verze ve formátu PDF)

© Grada Publishing, a.s. 2012

Vedoucí autorského kolektivu, hlavní autor:

PROF. MUDR. ZDENĚK KRŠKA, CSC. – I. chirurgická klinika 1. LF UK a VFN Praha

Editoři:

PROF. MUDR. ZDENĚK KRŠKA, CSC. – I. chirurgická klinika 1. LF UK a VFN PRAHA

PROF. MUDR. MIROSLAV ZEMAN, DRSC. – I. chirurgická klinika 1. LF UK
a VFN Praha

MUDR. MICHAELA SCHNEIDEROVÁ – I. chirurgická klinika 1. LF UK a VFN Praha

Kolektiv autorů:

MUDR. PETR BAŇAŘ – I. chirurgická klinika 1. LF UK a VFN Praha

DOC. MUDR. RADAN BRŮHA, CSC. – IV. interní klinika 1. LF UK a VFN Praha

MUDR. FILIP BURGET – I. chirurgická klinika 1. LF UK a VFN Praha

PROF. MUDR. JAN DANEŠ, CSC. – Radiodiagnostická klinika 1. LF UK a VFN Praha

MUDR. RUDOLF DEMEŠ, CSC. – I. chirurgická klinika 1. LF UK a VFN Praha

DOC. MUDR. JAN DOSTALÍK, CSC. – Chirurgická klinika FN Ostrava

DOC. MUDR. JAROSLAV FEYEREISEL, CSC. – ÚPMD, Praha Podolí

MUDR. ROMAN FRAŠKO – I. chirurgická klinika 1. LF UK a VFN Praha

MUDR. VLADIMÍR FRÝBA – I. chirurgická klinika 1. LF UK a VFN Praha

PROF. MUDR. TOMÁŠ HANUŠ, DrSc. – Urologická klinika 1. LF UK a VFN Praha

PRIM. MUDR. JOSEF HOŘEJŠ, CSC. – Radiodiagnostická klinika 1. LF UK a VFN Praha

MUDR. DAVID HOSKOVEC – I. chirurgická klinika 1. LF UK a VFN Praha

MUDR. JIŘÍ HUBÍK – I. chirurgická klinika 1. LF UK a VFN Praha

MUDR. ROBERT HVIŽĎ – I. chirurgická klinika 1. LF UK a VFN Praha

MUDR. David CHARVÁT – I. chirurgická klinika 1. LF UK a VFN Praha

PRIM. MUDR. VLADIMÍR CHLOUBA – Neurochirurgické oddělení, Nemocnice České
Budějovice, a. s.

MUDR. KRISTIAN CHRZ – I. chirurgická klinika 1. LF UK a VFN Praha

MUDR. ANNA JEDLIČKOVÁ – UIM 1. LF UK, oddělení mikrobiologie, a ATB cen-
trum VFN Praha

MUDR. DUŠAN KLOS – I. chirurgická klinika FN Olomouc

ING. JAN KRATOCHVÍL – I. chirurgická klinika 1. LF UK a VFN Praha

MUDR. JOSEF KRAUS – I. chirurgická klinika 1. LF UK a VFN Praha

PROF. MUDR. ZDENĚK KRŠKA, CSC. – I. chirurgická klinika 1. LF UK a VFN Praha

MUDR. KAREL KUDRNA, CSC. – I. chirurgická klinika 1. LF UK a VFN Praha

DOC. MUDR. TOMÁŠ KVASNIČKA, CSC. – Trombotické centrum 1. LF UK
a VFN Praha

PRIM. MUDR. JANA LACHMANOVÁ – Klinika nefrologie 1. LF UK a VFN Praha

MUDR. DANIEL LANGER – Chirurgická klinika 2. LF UK a ÚVN Praha

DOC. MUDR. LUBOMÍR MARTÍNEK, PH.D. – Chirurgická klinika FN Ostrava

MUDR. JAN MATEK – I. chirurgická klinika 1. LF UK a VFN Praha

RNDR. ROMANA MRÁZOVÁ, PH.D. – Vysokomýtská nemocnice, Vysoké Mýto

DOC. MUDR. ČESTMÍR NEORAL, CSC. – I. chirurgická klinika FN Olomouc

MUDR. KVĚTOSLAV NOVÁK – Urologická klinika 1. LF UK a VFN Praha

GABRIELA OPATŘILOVÁ – I. chirurgická klinika 1. LF UK a VFN Praha

MUDR. OLDŘICH PAUL – I. chirurgická klinika 1. LF UK a VFN Praha
PRIM. MUDR. IVAN PAVLÍK, MBA – Urologická klinika 1. LF UK a VFN Praha
MUDR. JAROMÍR PETRTÝL, CSC. – IV. interní klinika 1. LF UK a VFN Praha
PROF. MUDR. CTIBOR POVÝŠIL, DrSc. – Ústav patologie 1. LF UK a VFN Praha
MUDR. PETR RAMBOUSEK – Oddělení otorinolaryngologie 1. LF UK a VFN Praha
KARLA RODÁKOVÁ – Chirurgická klinika 2. LF UK a ÚVN Praha
PROF. MUDR. MIROSLAV RYSKA, CSC. – Chirurgická klinika 2. LF UK a ÚVN Praha
DOC. MUDR. MICHAL SEMRÁD, CSC. – II. chirurgická klinika 1. LF UK a VFN Praha
PRIM. MUDR. DUŠAN SCHMIDT – I. chirurgická klinika 1. LF UK a VFN Praha
MUDR. MICHAELA SCHNEIDEROVÁ – I. chirurgická klinika 1. LF UK a VFN Praha
MGR. DAGMAR ŠKOCHOVÁ – I. chirurgická klinika 1. LF UK a VFN Praha
DOC. MUDR. Jan TOŠOVSKÝ, CSC. – II. chirurgická klinika 1. LF UK a VFN Praha
MUDR. STANISLAV TRČA, PH.D. – I. chirurgická klinika 1. LF UK a VFN Praha
MUDR. JAN ULRYCH – I. chirurgická klinika 1. LF UK a VFN Praha
MUDR. VÍT VACHALOVSKÝ – Urologická klinika 1. LF UK a VFN Praha
MGR. VERONIKA ZACHOVÁ – I. chirurgická klinika 1. LF UK a VFN Praha
PROF. MUDR. TOMÁŠ ZIMA, DRSC., MBA – Ústav klinické biochemie a laboratorní
diagnostiky 1. LF UK a VFN Praha

Nakladatelství děkuje společně A. L. P. ECOLOGY, B. BRAUN, COLOPLAST, CONVATEC, DANSAC, HEALTHCARE, HOSPIMED, ILCO, JOHNSON & JOHNSON, OLYMPUS, WELLAND, že autorům poskytly obrazový materiál, který zvýšil informativní a didaktickou hodnotu publikace.

Obsah

Předmluva	11
1 Vyšetřovací techniky	13
1.1 Laboratorní vyšetření	13
1.1.1 Základní laboratorní vyšetření a technika odběru krve	13
<i>(Tomáš Zima)</i>	
1.1.2 Odběr materiálu pro patomorfologické vyšetření	22
<i>(Ctibor Povýšil)</i>	
1.1.3 Haemocult test	27
<i>(Kristian Chrz)</i>	
1.1.4 Bakteriologické vyšetření v chirurgických oborech	28
<i>(Anna Jedličková)</i>	
1.2 Zobrazovací vyšetření	31
1.2.1 Radiologie na operačním sále	31
<i>(Josef Hořejš)</i>	
1.2.2 Zobrazovací a intervenční metody v diagnostice chorob prsu	33
<i>(Jan Daneš)</i>	
1.2.3 Bedside ultrasonografie	39
<i>(Jan Matek)</i>	
1.3 Endoskopické vyšetření	45
1.3.1 Endoskopie, péče o endoskopy	45
<i>(Radan Brůha)</i>	
1.3.2 Endoskopie horní části gastrointestinálního traktu, žlučových cest a pankreatu	48
<i>(Jaromír Petrtýl)</i>	
1.3.3 Endoskopie dolní části gastrointestinálního traktu	51
<i>(Oldřich Paul)</i>	
1.3.4 Videolaparoskop	59
<i>(Zdeněk Krška)</i>	
1.3.5 Endoskopie v urologii, močové katétry, cévkování	62
<i>(Vít Vachalovský, Tomáš Hanuš, Ivan Pavlík, Květoslav Novák)</i>	
2 Vybavení operačních sálů	69
2.1 Operační sály, systémy vzduchotechniky a klimatizace	69
<i>(Jan Kratochvíl)</i>	
2.1.1 Systém vestavěných operačních sálů	69
2.1.2 Integrované operační sály	75
2.1.3 Hybridní operační sály	76
2.2 Operační stoly a osvětlení operačních sálů	77
<i>(Vladimír Frýba)</i>	
2.2.1 Operační stoly	77
2.2.2 Osvětlení operačních sálů	79

2.3	Základní chirurgické nástroje	80
	<i>(Michaela Schneiderová)</i>	
2.4	Rouškování a operační oděvy	83
	<i>(Gabriela Opatřilová)</i>	
2.5	Šicí materiály, jehly a sítky	85
	<i>(David Hoskovec)</i>	
2.5.1	Šicí materiály	85
2.5.2	Chirurgické jehly	87
2.5.3	Sítky	88
2.6	Staplery	88
	<i>(Robert Hvižd)</i>	
2.6.1	Lineární staplery	90
2.6.2	Lineární katry	90
2.6.3	Cirkulární staplery	92
2.6.4	Endostaplery	94
2.6.5	Staplery pro fixaci sítky při operaci kýl (tříselné, incizionální) . .	96
2.6.6	Kožní staplery	96
2.7	Hygiena rukou	97
	<i>(Michaela Schneiderová)</i>	
2.7.1	Hygienická dezinfekce rukou	97
2.7.2	Mechanické mytí rukou jako součást osobní hygieny	98
2.7.3	Mechanické mytí rukou před chirurgickou dezinfekcí rukou . .	98
2.7.4	Chirurgická dezinfekce rukou	99
2.7.5	Používání rukavic	99
3	Operační techniky	101
3.1	Břišní chirurgie	101
3.1.1	Léčba stenóz gastrointestinálního traktu s použitím stentů . . .	101
	<i>(Jaromír Petrýl)</i>	
3.1.2	Rektoskopie, anoskopie, rektoromanoskopie	105
	<i>(Dušan Schmidt)</i>	
3.2	Hrudní chirurgie	107
3.2.1	Mediastinoskopie a torakoskopie	107
	<i>(Rudolf Demeš)</i>	
3.2.2	Tracheotomie	110
	<i>(Petr Rambousek)</i>	
3.3	Úrazová chirurgie	111
3.3.1	Osteosyntéza	111
	<i>(Petr Baňar, Josef Kraus)</i>	
3.3.2	Endoprotetika	122
	<i>(Karel Kudrna, Filip Burget)</i>	
3.3.3	Artroskopie	130
	<i>(Filip Burget)</i>	
3.4	Srdeční chirurgie	133
	<i>(Jan Tošovský)</i>	
3.4.1	Operační přístupy a typy operací	134
3.4.2	Operační přístroje, pomůcky, nástroje a zařízení	134

3.5	Cévní chirurgie	136
	<i>(Michal Semrád)</i>	
3.5.1	Biologické cévní náhrady	136
3.5.2	Umělé cévní náhrady	136
3.6	Neurochirurgie – neuronavigace	147
	<i>(Vladimír Chlouba)</i>	
3.7	Gynekologie – instrumentárium gynekologických operací	150
	<i>(Jaroslav Feyereisl)</i>	
4	Laparoskopické techniky	155
4.1	Laparoskopické operační techniky	155
	<i>(Lubomír Martínek, Jan Dostálík)</i>	
4.1.1	Typy laparoskopických operací	156
4.1.2	Laparoskopické stehy a technika šití	161
4.2	Robotická chirurgie	163
	<i>(Miroslav Ryska, Daniel Langer, Karla Rodáková)</i>	
4.2.1	Vývoj robotických systémů	163
4.2.2	Indikace robotem asistovaných výkonů	166
4.2.3	Srovnání laparoskopického a robotem asistovaného laparoskopického výkonu	167
4.2.4	Situace v České republice	167
4.3	Pokročilá miniinvazivní chirurgie NOTES a SILS	168
	<i>(Zdeněk Krška)</i>	
5	Intenzivní péče	173
5.1	Chirurgická intenzivní péče – mechanická plicní ventilace a monitorace	173
	<i>(David Charvát)</i>	
5.1.1	Mechanická plicní ventilace	173
5.1.2	Monitorování v intenzivní medicíně	177
5.2	Antimikrobiální profylaxe chirurgických výkonů	184
	<i>(Anna Jedličková)</i>	
5.2.1	Zásady antimikrobiální chirurgické profylaxe	185
5.2.2	Výběr antibiotik k profylaxi chirurgických výkonů	185
5.3	Hemoeliminační metody	188
	<i>(Jana Lachmanová)</i>	
5.3.1	Hemodialýza	189
5.3.2	Peritoneální dialýza	192
5.3.3	Hemofiltrace	192
5.3.4	Hemodiafiltrace	192
5.3.5	Hemoperfuze	192
5.3.6	Plazmaferéza	192
5.3.7	Kontinuální metody	193
5.4	Prevence žilní tromboembolické nemoci v chirurgických oborech	194
	<i>(Tomáš Kvasnička)</i>	
5.4.1	Význam, prevalence a patofyziologie žilní tromboembolické nemoci	194

5.4.2	Prostředky tromboprofylaxe v chirurgických oborech	195
5.4.3	Význam prevence a profylaxe žilní tromboembolické nemoci	197
5.5	Hemostáza (<i>Jan Ulrych</i>)	202
6	Speciální péče	209
6.1	Stomické pomůcky (<i>Dagmar Škochová, Veronika Zachová</i>)	209
6.1.1	Indikace k založení stomie	209
6.1.2	Dělení stomií	209
6.1.3	Stomické pomůcky a příslušenství k ošetřování stomií	210
6.1.4	Postup ošetřování stomie se stomickými pomůckami a příslušenstvím	214
6.1.5	Příslušenství	216
6.1.6	Komplikace stomií	217
6.2	Intravenózní katétrý (<i>Čestmír Neoral, Dušan Klos</i>)	218
6.2.1	Periferní žilní katétr	219
6.2.2	Centrální žilní katétr	220
6.3	Speciální sondy (<i>Čestmír Neoral, Dušan Klos</i>)	221
6.4	Drény (<i>Roman Fraško</i>)	222
6.4.1	Dělení a vlastnosti drénů	222
6.4.2	Drenáž dutiny břišní	223
6.4.3	Drenáž hrudníku	224
6.4.4	Drenáž mediastina	225
6.5	Kompresivní pomůcky (<i>Stanislav Trča</i>)	226
6.6	Chronické kožní defekty (<i>Dagmar Škochová, Romana Mrázová, Jiří Hubík</i>)	228
6.6.1	Fáze hojení rány	229
6.6.2	Infekce a chronický defekt	230
6.6.3	Klasifikace rány	231
6.6.4	Obvazový materiál	231
6.6.5	Způsoby ošetření ran	235
6.7	Využití počítačů v medicíně (<i>Kristian Chrz</i>)	236
	Literatura	239
	Přehled použitých zkratk	243
	Rejstřík	247
	Souhrn	257
	Summary	259

Předmluva

Kniha, kterou právě berete do rukou, vznikla v první řadě na základě zájmu čtenářů o předkládané téma. Souhrnné a přehledně uspořádané knihy tohoto typu na našem trhu dlouhodobě chybějí a ani v zahraničí nejsou snadno dostupné.

Technika ve zdravotnictví, především pak v oborech, které využívají přístrojových technik a technologií, se v posledních letech zásadně změnila. Došlo k nástupu zcela nových technologií, které spolu s technologiemi stávajícími vytvářejí složitou síť názvů, pojmenování a dalších vyjádření či popisů, kde se často obtížně orientuje – především ve vzájemných vazbách – i odborník.

Jak již z názvu publikace vyplývá, kniha pojednává jen o části této problematiky, i když aktuálně podstatné. Pojem chirurgické obory byl autory zvolen záměrně, protože termín chirurgie vychází z řeckého slova *cheirurgia*, což v přesném překladu znamená ruční práce (*cheir* – ruka, *ergein* – pracovat). Popisovány jsou techniky a technologie těch oborů, kde je využívání těchto pomůcek při diagnostice či v léčbě zcela běžné, kde se s nimi počítá a je nutné se s nimi seznámit jak po stránce přístrojové, tak i prostorové (např. operační sály).

V současných učebnicích není prostor pro podrobnější popis technických pomůcek a základních technologií in extenso, natož pro jejich souhrnné představení. Během pregraduální, ale i postgraduální výuky ve všech typech studia lékařských i technických oborů se setkáváme s nedostatkem informací tohoto typu. To vyústuje pak mimo jiné i v situaci, kdy u složitějších diagnostických a léčebných postupů řešených multidisciplinárně chybí ošetřujícímu personálu i jen představa o možnostech a limitujících faktorech diagnosticko-terapeutického procesu, zejména když se objeví další obor.

Technické pomůcky a technologie jsou v některých oborech využívány denně a dochází jen k jejich střídání či průběžné obměně v závislosti na pokroku v medicínsko-technických oborech. Přesto zdravotníci jiných oborů i tyto denně využívané pomůcky či postupy neznají a neorientují se v nich. Na druhé straně existují medicínské obory, kde došlo k nástupu zcela nových, dosud nepoužívaných a neznámých technologií, které jsou stále ve vývoji.

Rozsah využití technologií a množství technických pomůcek jsou enormní, vše se vyvíjí, denně se setkáváme s novými možnostmi či novou technikou.

Domníváme se, že uvedené skutečnosti byly také důvodem, proč v posledních mnoha desítkách let na tento tenký led – sepsání a předložení takovéto publikace – nikdo nevstoupil. Přesto – či právě proto – sílil tlak odborné medicínské, nelékařské i technické veřejnosti.

Ke spolupráci na tvorbě publikace byli vyzváni přední odborníci všech oborů a podoborů, jichž se problematika nějak dotkla a ke kterým byl směřován největší zájem potenciálních čtenářů. Někteří z nich odmítli z obav z hrozící nehomogenosti díla či jeho brzkého zastarání. Většina oslovených odborníků však našťástí naši nabídku podílet se na tvorbě této publikace neodmítla a naopak se k celému dílu postavila velmi vstřícně. Všichni svorně uvedli, že nebyli schopni postihnout problematiku v celém záběru – to by znamenalo několik takovýchto knih jen pro jejich obory. Snahou bylo popsat věci zásadní a ty, kde se obecně nejvíce chybuje jak v definici, tak v pochopení. Všichni autoři si také uvědomují riziko rychlého stárnutí

publikace, i když řada technik a technologií se bude samozřejmě užívat i v dalších generacích.

Autorský kolektiv se podařilo shromáždit pod vedením a koordinací I. chirurgické kliniky 1. LF UK a VFN v Praze, která toto považuje za svoji čest.

Současně s předkládanou publikací přichází i aktualizované a přepracované vydání Chirurgické propedeutiky, která je řadou studentů označována jako základní kniha medicíny vůbec, a to díky jejímu širokému záběru a mimořádné denní využitelnosti ve všech oborech. Hlavní autoři obou knih, vydaných ve stejnou dobu stejným nakladatelstvím, vzájemně koordinovali svou práci, aby bylo možné v případě potřeby knihy využít případně i komplementárně.

Kolektiv autorů přeje jak čtenářům knihy (studentům medicíny či techniky bakalářských a magisterských oborů), lékařům, zdravotním sestřám a technickému personálu, kterým je kniha určena, tak technice samé, aby našli odpovědi na své otázky právě v uvedené knize a aby tak mohli ještě lépe využít možnosti vědecko-technického medicínského pokroku v léčbě pacientů.

Za autorský kolektiv
prof. MUDr. Zdeněk Krška, CSc.

Autorský kolektiv děkuje za vstřícnost všem firmám a technikům, kteří poskytli svoji dokumentaci, podněty či konzultace.

Dále děkuje za organizační a metodickou pomoc prof. MUDr. M. Zemanovi, DrSc., MUDr. M. Schneiderové a T. Bukvové.

1 Vyšetřovací techniky

1.1 Laboratorní vyšetření

1.1.1 Základní laboratorní vyšetření a technika odběru krve

Tomáš Zima

Laboratorní vyšetření slouží jména k diagnostickým účelům. Svůj význam mají při monitorování průběhu nemoci a určování prognózy onemocnění, ale též při preventivních vyšetřeních nebo při screeningových programech. Až 70 % lékařských rozhodnutí u hospitalizovaných pacientů je učiněno na základě laboratorního vyšetření. Pro správný výsledek je nezbytné zajistit nejen správné provedení vlastního odběru, ale rovněž poučení pacienta, jak se na odběr připravit. Potřebné jsou také znalosti o faktorech ovlivňujících preanalytickou fázi laboratorního vyšetření.

Laboratorní vyšetření můžeme rozdělit na: **základní, speciální a vysoce specializovaná**. Toto dělení vychází z potřeby, ale také dostupnosti a rychlosti provádění daného vyšetření. Základní vyšetření musí být rychle dostupná a v lůžkových zařízeních dokonce dostupná nepřetržitě. Vysoce specializovaná vyšetření se naopak mají provádět centralizovaně v laboratořích – v jedné nebo několika málo v republice. Tyto metody, většinou i ekonomicky nákladné, provádějí tato pracoviště analyticky správně, ale především mají zkušenosti s interpretací nálezů a případnou indikací doplňujících vyšetření.

Z hlediska požadavků na **rychlost provedení** vyšetření dělíme vyšetření na:

- rutinní
- statimová
- z vitální indikace

Vyšetření označené **vitální indikace** musí být provedeno okamžitě bez odkladu z důvodu ohrožení života pacienta do 30 minut od dodání vzorku do laboratoře. **Statimová vyšetření** se provádějí přednostně a mají být provedena do 60 minut od dodání vzorku do laboratoře, pokud to umožňují analytické vlastnosti stanovení. V moderních konsolidovaných laboratorních celcích se pomalu stírá rozdíl mezi rutinním a statimovým vyšetřením. Z hlediska rychlé dostupnosti výsledků je někdy vhodné provádět základní vyšetření na místě – tzv. POCT (point of care testing). Nejčastěji se jedná o stanovení parametrů acidobazické rovnováhy a kyslíkového metabolismu a vyšetření plné krve a moči pomocí diagnostických proužků. Další možností je stanovení základních analytů na principu reflexní fotometrie nebo pomocí iontově selektivních elektrod, případně biosenzorů.

Preanalytická fáze laboratorního vyšetření

Preanalytická fáze laboratorního vyšetření je definována jako postupy a operace od indikace vyšetření po zahájení analyzování vzorku. Zahrnuje přípravu vyšetřovaného na odběr, odběr biologického materiálu, jeho uchování a transport do laboratoře.

Lékař si musí uvědomit, co očekává od daného vyšetření při negativním nebo pozitivním výsledku. Je potřebné volit metody v určitém algoritmu a vybírat metody pro daný problém co nejvíce specifické. Z hlediska indikace vyšetření a jeho případného opakování hraje podstatnou roli znalost charakteristiky vyšetřovaného analytu, především biologický poločas, rychlost stimulace syntézy nebo degradace při patologickém procesu. Je nesmyslné vyšetřovat například denně cholesterol, každý týden glykovaný hemoglobin nebo TSH apod. Příkladem špatné indikace vyšetření je třeba požadovat vyšetření všech dostupných nádorových markerů při podezření na nádorový proces nebo přesvědčení se o tom, že při běžném infekčním onemocnění je CRP doopravdy zvýšeno. Nádorové markery slouží především k monitorování průběhu léčby nebo identifikaci případné recidivy. Pouze některé z nich jsou vysoce citlivé pro určité druhy nádorů a lze je použít pro diagnostický screening. C-reaktivní protein slouží především ke kvantifikaci stupně zánětlivého procesu a sledování jeho průběhu u závažných infekčních nebo autoimunitních onemocnění.

V preanalytické fázi vznikají až dvě třetiny chyb celého laboratorního procesu a tyto chyby mohou vést k mylným závěrům jak pozitivním, tak negativním. Jednou z nezbytných podmínek správně provedeného vyšetření je správně vyplněná žádanka, kde je kromě identifikačních údajů (jméno, číslo pojištěnce, pojišťovna apod.) důležité uvádět také dobu odběru (pokud je odběr prováděn v ambulanci), diagnózu pacienta, chronickou medikaci a odebíraný materiál.

Odběr materiálu

K obecným zásadám při odběru materiálu patří především přesná a jednoznačná identifikace biologického materiálu. Při odběru materiálu musíme mít na mysli způsob odběru v závislosti na typu biologického materiálu, mít správný odběrový materiál (odlišná stabilizační nebo protisrážlivá činidla), postupovat odpovídající technikou a v neposlední řadě správně poučit a připravit pacienta.

Vlastní odběr může být významně ovlivněn dobou odběru (circadiánní rytmy, lačnění), polohou pacienta při odběru, typem odběrových zkumavek a technikou odběru.

Odběr krve

Odebírá se krev **venózní**, **arteriální** nebo **kapilární**. Nejčastěji se používá venózní krev získaná venepunkcí, u malých dětí a nedonošenců se odebírá kapilární krev.

Poučení pacienta hraje klíčovou roli v celém procesu laboratorního vyšetření krve a je nezbytné pro jeho správnost. Odběr nalačno pro většinu laické populace znamená nesnídat, ale odběrem nalačno se rozumí, že pacient 10–12 hodin nejedl, byl v relativním klidu a odběr byl proveden v ranních hodinách. Doporučuje se též vypít ráno asi 2–3 dl vody. Nedodržením lačnění vznikají zkreslené nálezy v parametrech sacharidového a lipidového metabolismu. Pro některá speciální vyšetření nebo funkční testy jsou předepsána opatření dietní (např. vyšetření kyseliny vanilmandlové, hydroxyindolactové) nebo režimová (PSA může být pozitivní po jízdě na kole apod.).

Venepunkce se má provádět u pacienta, který je v klidu, paže má být natažena. Neměla by se používat paže, na které jsou výrazné jizvy, hematom či zavedená infuze

a u žen paže na straně po provedené mastektomii. Odběry se provádějí ze žil na volární straně předloktí nebo v loketním ohbí. Je možné využít i žíly na hřbetu ruky, ovšem je třeba si uvědomit rizika u diabetiků a osob s horší cirkulací (vznik možných trofických defektů).

Poloha pacienta při odběru je velmi významná a může ovlivnit koncentraci řady látek. Standardní poloha pacienta při odběru je poloha vsedě. Při poloze vstoje je např. koncentrace vysokomolekulárních látek (bílkovin) o přibližně 10 % vyšší. Některé hormony (např. aldosteron, renin, adrenalin) mají vstoje až o 50 % vyšší koncentraci. Změna polohy vleže do stoje znamená asi 10% redukci krevního volumu se vzestupem koncentrace proteinů. Alterace krevního volumu je úplná asi za 30 minut z polohy vstoje do polohy vleže a asi za 10 minut z lehu do stoje. Změny jsou výraznější u hypertoniků, pacientů s nižší koncentrací proteinů a starších osob. Hospitalizace a imobilizace vedou k retenci tekutin s poklesem albuminu a bílkoviny.

Po dezinfekci místa vpichu se přikládá **turniket**, jeho přiložení nemá být delší než jedna minuta a pacient by neměl paži „pumpovat“. Jakmile začne proudit krev do zkumavky, lze turniket odstranit. Při delším zaškrcení končetiny (asi 5 minut) a výraznějším cvičení dochází až k 10% změně aktivity nebo koncentrace řady analytů (stoupá např. AST, kreatinkináza, bilirubin, cholesterol, vápník, kreatinin). Tato změna je nejčastěji dána přestupem nízkomolekulárních látek z intravaskulárního prostoru do intersticia v důsledku zvýšení filtračního tlaku přes kapilární stěnu a metabolickými změnami v místě zaškrcení (anaerobní metabolismus).

Místo vpichu se doporučuje tisknout přibližně dvě minuty a ponechat náplast alespoň 15 minut po odběru.

V současné době se používají uzavřené **odběrové systémy**, které chrání pacienta a zdravotnický personál provádějící odběr, a minimalizuje se tak riziko kontaktu s krví pacienta.

V případě použití odběru do zkumavek s gelovými separátory je nutné si uvědomit vzácné, ale možné ovlivnění výsledku mechanickými a chemickými vlastnostmi gelu a možnou adsorpcí látek na gel.

Při odběru **více zkumavek z jednoho vpichu** je potřeba zachovat doporučené pořadí odběru:

- zkumavky pro hemokulturu (aerobní, anaerobní a mykologické)
- zkumavky bez přísad (zlatý nebo červený uzávěr)
- zkumavky s přísadami se světlomodrým uzávěrem pro hemokoagulaci
- další zkumavky s přísadami

Bezprostředně po naplnění je nutné krev promíchat opakovaným otáčením zkumavky (minimálně pětkrát, netřepat!).

K odběru je vhodné používat **jehly se širším průsvitem**. Při šetření pacienta tenkou jehlou a pomalém natékání krve do zkumavky mohou vznikat mikrofibrinová vlákna, která ovlivňují výsledky koagulačních analýz.

V případě **odběru z katétru** je nutné nejprve odsát krev, která v katétru stagnuje nebo je promíšena s antikoagulačním činidlem, a pak teprve odebírat krev na laboratorní vyšetření. Jediným bezpečným způsobem je však odběr žilní krve z opačné končetiny nebo opačné strany, než je zaveden katétr s infuzí. Při podávání infuzí není vhodné odebírat krev na laboratorní vyšetření. Doporučený čas pro odběr je minimálně osm hodin po ukončení infuze s tukovou emulzí, pro ostatní infuze asi za

jednu hodinu. Pokud je odběr nezbytný, doporučuje se odebírat krev z druhé ruky nebo z místa pod intravenózní linkou, nikdy ne proximálně od místa infuze.

Jestliže potřebujeme pouze malé množství krve, je možné použít punkci kůže – **kapilární odběr**, který je určen pro odběry na vyšetření krevního obrazu, glukózy, glykovaného hemoglobinu a acidobazické rovnováhy. Odběr se provádí z prstu v poloze vsedě. Důležité je dobře dezinfikovat místo vpichu vhodným dezinfekčním prostředkem. Místem vpichu je obvykle palmární strana distální falangy III. prstu ruky, kterou pacient nepíše. Dezinfekci necháme oschnout, aby dezinfekční činidlo nevyvolalo hemolýzu a též aby nekontaminovalo, resp. neředilo, vzorek. Hloubka vpichu nemá být větší než 2 mm, aby nedošlo k poškození hlubších podkožních struktur. Při opakujících se punkcích je nutno vybírat různá místa vpichu, aby se předešlo infekci. Odběr je třeba provádět z dokonale prokrvených míst. Ke zvýšení prokrvení se před vlastním odběrem používá teplý vlhký obklad nebo teplá vodní lázeň (max. 40 °C). Krev se odebírá do kapilár nebo mikrozkuvek. Po vpichu se první kapka krve setře čtverečkem z buničiny, pak se konec kapiláry ponoří do další tvořící se kapky a krev se nasává kapilární silou. Při odběru se musíme vyhnout násilnému vytlačování krve z prstu, aby nedocházelo ke kontaminaci krve neurčitým množstvím tkáňového moku.

Při odběru tzv. arterializované kapilární krve na vyšetření krevních plynů je nutné pracovat anaerobně (pozor na bubliny v kapiláře, bubliny vzduchu zkreslují výsledek, protože dochází ke kontaktu vzduchu s odebíranou krví) a po odběru kapiláru uzavřít. Jediným vhodným způsobem je volné odtékání kapilární krve do odběrového zařízení.

Hemolýza vzorku, která zkresluje řadu vyšetření, vzniká při nesprávném odběru krve. K hemolýze vzorku vede často vyšší podtlak při odběru, použití jehly s úzkým průsvitem, ponechání turniketu na paži delší dobu, prudké vystřikování krve ze stříkačky do zkumavky, kontaminace dezinfekčním činidlem, uskladnění plné krve v lednici po delší dobu, použití nesprávné koncentrace protisrážlivého činidla, vystavení krve mrazu, teple a přímému slunečnímu světlu nebo nešetrné protřepání zkumavky. Hemolýza negativně ovlivňuje většinu biochemických i hematologických vyšetření zejména proto, že řada látek přechází z erytrocytů do séra nebo plazmy nebo zbarvení interferuje s vyšetřovacím postupem.

Nejčastější chyby při odběru krve:

- pacient nebyl nalačno (zvýšení triacylglycerolů a glukózy)
- v době odběru anebo těsně před odběrem byla pacientovi aplikována infuze
- byla zvolena nevhodná doba odběru (během dne řada biochemických a hematologických hodnot kolísá)
- řada úzkostlivých pacientů dlouho před odběrem nejí ani nepije a výsledná dehydratace ovlivní výsledky

Antikoagulační látky

Odběr plné krve je, kromě hematologických vyšetření, nutný pro stanovení krevních plynů, amoniaku, glykovaného hemoglobinu a některých stopových prvků, někdy pro stanovení glukózy nebo laktátu, stanovení minerálů v plné krvi a pro vyšetření analytů z plazmy. Velkou pozornost je nutné věnovat výběru vhodného protisrážli-

vého činidla a dodržení poměru mezi krví a protisrážlivým činidlem. Mezi plazmou a sérem jsou určité rozdíly ve složení dané buď spotřebou analytů při srážení krve (fibrinogen, glukóza, trombocyty), nebo vznikajícím uvolněním z buněk (draselné ionty, laktátdehydrogenáza, fosfáty, laktát, amoniak). Vzhledem k tomu, že pro srážení krve, a tedy stanovení analytu v séru, je nutný čas 15–30 minut, je pro rychlejší získání výsledků vhodnější plazma. Srážení krve je vhodné provést v místě odběru, protože např. okamžitý transport potrubní poštou může vést k hemolýze vzorku a jeho znehodnocení.

Mezi běžně užívaná antikoagulantia patří heparin, EDTA, citrát sodný a oxaláty. Heparin se užívá jako sodná, draselná, lithná nebo amonná sůl, a tak může stanovení těchto analytů ovlivnit. Draselné soli EDTA mají na laboratorní testy malý vliv – kromě některých metod stanovení železa a vápníku. Citrát sodný není vhodný ke stanovení vápníku. Fluorid sodný se využívá jako stabilizační činidlo ke stanovení glukózy (vzorek nelze použít např. ke stanovení sodných iontů).

Barevné označení uzávěrů zkumavek s přihlédnutím k typu antikoagulačního prostředku je zpracováno v [tabulce 1.1](#).

Tab. 1.1 Odběrové zkumavky

Materiál	Přídavek	Barva víčka	Metody
sérum	žádný	červená	biochemie, sérologie, imunologie
plazma	gel	zlatá	biochemie, sérologie, imunologie
plazma – citrát	citrát sodný 1 : 10	modrá, světle modrá	hematologické koagulační a speciální metody: Quickův test, APTT, trombinový čas, fibrinogen, etanolový test, antitrombin III, D-dimer
plazma – EDTA	K3EDTA 7,5%, 15%	fialová, světle fialová	hematologická vyšetření: krevní obraz, krevní skupina, Coombsův test biochemie: glykovaný hemoglobin
plazma – heparin	Li heparin	zelená	imunologie: fagocytóza hematologie: autohemolýza biochemie: amoniak, cyklosporin, porfobilinogen
plazma – heparin	Na heparin	zelená	imunologie: test blastické transformace, intracelulární cytokiny, HLA typizace
plazma – acetát	Li-I-acetát	šedá	biochemie: glukóza, laktát
	bez přísad	tmavě modrá	stopové prvky, olovo, selen, kadmium
			glykovaný hemoglobin z prstu, glukóza z prstu, acidobazická rovnováha z prstu (kapilára + mikrozkušavky)
			HIV ½ + p24 EIA (zkumavku zvlášť!)

Biologické vlivy preanalytické fáze – neovlivnitelné

Rasa – Někdy je obtížné odlišit vliv rasy a socioekonomických a geografických rozdílů na změny analytů. Různé rasy mají odlišné některé metabolické cesty – např. odlišná enzymatická aktivita, ale také množství svalové hmoty (např. u černochů je až dvojnásobná aktivita kreatinkinázy, u Asiatů vyšší aktivita slinné amylázy apod.).

Pohlaví – Rozdíly v hodnotách analytů nejsou jen v aktivitě pohlavních hormonů, ale jsou popisovány též rozdíly v koncentraci (aktivitě) ALT, AST, ALP, CK, kyseliny močové, močoviny, hemoglobinu, feritinu a železa. Všeobecně jsou u řady analytů o něco vyšší normální hodnoty u mužů. Do puberty jsou rozdíly hodnot mezi pohlavími minimální.

Věk – Věk hraje ve správné interpretaci nálezu významnou roli. Řada biochemických systémů nebo dějů je spojena s určitou fází vývoje organismu. Zde uvádíme jen některé z nich. Koncentrace IgM a IgA lineárně stoupá od narození v souvislosti s jejich syntézou v organismu novorozence. Aktivita ALP je vysoká v dětství a dosahuje maxima ve věku 10–16 let, pak prudce klesá. Vysoké hodnoty v pubertě jsou dány především vývojem skeletu a obdobné hodnoty např. ve věku 40 nebo 50 let by znamenaly patologický nález. Dalším takovým analytem je feritin, který je nižší u žen ve fertilním věku, později se zvyšuje a může dosáhnout až hodnot mužské populace (tyto změny jsou dány fyziologickými ztrátami železa u fertilních žen).

Gravidita – Těhotenství znamená výraznou změnu biochemických dějů. Změny analytů mohou být dány řadou mechanismů – např. indukci (navýšení ALP), zvýšením plazmatických transportních proteinů v plazmě (stoupá tyroxin a ceruloplazmin, klesá měď), hemodilucí (celková bílkovina, albumin), zvýšením tělesného objemu (zvýšení clearance kreatininu), relativním deficitem (snížení železa, feritinu) či zvýšením proteinů akutní fáze (nadhraniční hladiny CRP).

Biologické cykly – Analyty v lidském organismu podléhají chronobiologickým faktorům, a to jak lineárním (věk), tak cyklickým, z nichž nejvíce prostudovány jsou denní (cirkadiánní) a biologické (např. menstruační cyklus – změna koncentrace hormonů, ale též cholesterolu a železa). O cyklech sezonních je v současné době pouze málo údajů, ale jsou známy údaje o některých změnách – např. aktivitě AST, ALT a triacylglycerolů, které mají v průběhu ročních období svá maxima a minima s výchylkou více než 5 %. Cirkadiánním změnám nepodléhají jen hormony, ale také běžné analyty, jako je železo (změna až 50 %), draselné ionty, urea, kreatinin a řada dalších. Nejznámější je denní cyklus kortizolu s maximem v ranních hodinách a večerním minimem s možnou odchylkou až 250 %, ovšem i jiné analyty mají denní odchylky v řádu desítek procent (AST, ALT, LD, ALP, testosteron, tetrajódtironin, prolaktin).

Biologické vlivy preanalytické fáze – ovlivnitelné

Hmotnost organismu – Hmotnost může ovlivnit koncentrace analytů změnou distribučních objemů. S obezitou pozitivně koreluje koncentrace cholesterolu (LDL), triacylglycerolů, kyseliny močové, kortizolu a inzulinu.

Stravovací návyky – Stravovací návyky ovlivňují vyšetřované analyty různými mechanismy. Před příjmem stravy a během jídla se vyplavují hormony a enzymy, některé analyty se přesouvají do jiných kompartmentů (pokles draselných iontů

a fosfátů vlivem vyplavení inzulínu, pokles chloridových iontů). Požití potravy se nejvíce projeví na koncentraci glukózy, železa, lipidů a alkalické fosfatázy. Jídlo bohaté na proteiny zvýší fosfáty, močovinu a kyselinu močovou, ale významně se zde uplatňuje intraindividuální variabilita. Například čtyři dny po změně standardní diety na vysoce proteinovou se zdvojnásobí koncentrace urey a zvýší se cholesterol a fosfáty. Dieta bohatá na tuky sníží podíl dusíkatých látek, např. kyseliny močové. Strava bohatá na sacharidy zvýší ALP a LD, sníží triacylglyceroly, cholesterol a celkovou bílkovinu, avšak změna aktivity AST závisí na typu sacharidů.

U vegetariánů je velmi nízký LDL a VLDL i celkový cholesterol a triacylglyceroly. Jsou jen malé rozdíly v koncentraci bílkovin a enzymů, může docházet k poklesu albuminu, urey a některých stopových prvků, bilirubin bývá zvýšený a pH moči je výrazně alkalické. Některé potraviny a nápoje mohou ovlivnit specifické metabolické cesty. Příkladem může být kofein, který zvyšuje hladinu katecholaminů, koncentraci glukózy a koncentraci volných mastných kyselin.

Kouření – Kouření ovlivňuje hladinu řady analytů především vlivem nikotinu. Působí na metabolismus glukózy, zvyšuje hladinu cholesterolu a triacylglycerolů, zvyšuje kortizol, olovo, kadmium a také CEA (karcinoembryonální antigen), naopak snižuje koncentraci imunoglobulinů a vitamínu B₁₂.

Alkohol – Konzumace alkoholu mění biochemické analyty odlišně podle toho, zda se jedná o akutní nebo chronický abúzus. Jednorázové požití alkoholu v mírné a střední dávce ovlivňuje biologické testy minimálně. Při akutním abúzu se zvyšují triacylglyceroly a aldosteron a klesá prolaktin, antidiuretický hormon a kortizol. Při chronickém abúzu se zvyšuje ALT, AST, GGT, kortizol, adrenalin a estradiol. Dlouhodobý abúzus vede k hypoglykemii a ketoacidóze, stoupá laktát a koncentrace kyseliny močové. Je známý účinek mírných dávek alkoholu na zvýšení HDL-cholesterolu, který je však přechodný.

Léky a drogy – Zobecnit vliv léků a drog na laboratorní testy je nemožné. Podávané léky mají vliv na biologické procesy *in vivo* (indukce enzymů nebo inhibice, zvýšení transportních proteinů, cytotoxicita), ale vyvolávají též fyzikálně-chemické interference *in vitro* (zkřížená reaktivita při imunochemických stanoveních). Laborať je třeba na medikaci pacienta upozornit nebo s ní konzultovat nejasný nález, který může s medikací pacienta souviset. Příbalový souhrn informací o přípravku a další materiály uvádějí možné změny laboratorních testů, které příslušná účinná látka může vyvolat nebo se kterými může interferovat.

Fyzická zátěž – Fyzická aktivita v závislosti na délce a intenzitě cvičení ovlivňuje složení tělních tekutin. Akutní silová a vyčerpávající zátěž zvyšuje podíl anaerobního metabolismu, při akutních změnách se analyty redistribuují mezi kompartmenty, nastupuje stresová poplachová reakce. Střední zátěž zvyšuje stresovou reakci organismu s následným zvýšením hladiny glukózy a stimulací sekrece inzulínu, zvyšuje se také aktivita enzymů souvisejících s činností svalů, jako jsou AST, CK, LD, ale i bilirubin. Namáhavé cvičení vede k hypoglykemii a až desetnásobně může stoupnout laktát. Náročné cvičení také zvyšuje reninovou aktivitu a stimuluje sekreci kortizolu s narušením jeho diurnálního cyklu. Cholesterol a triacylglyceroly bývají sníženy.

Zevní prostředí – Koncentraci analytů ovlivňuje i zevní prostředí. Jedná se o **nadmořskou výšku** a **teplotu prostředí**, ale také o **geografickou lokalizaci** (venkov, město). Tyto faktory se uplatňují především u cizinců nebo osob dlouhodobě působících v zahraničí. Cestování přes časová pásma se projevuje změnou některých

analytů, nejčastěji se objevuje retence sodných iontů a tekutin s normalizací do dvou dnů po návratu.

Mechanické vlivy – Svalové trauma i intramuskulární injekce mohou zvýšit aktivitu ALT, AST, CK a koncentraci myoglobinu. Tlak dělohy ve vysokém stupni gravidity zvyšuje aktivitu ALT. Při maratonském běhu, stejně jako při chlopenních náhradách, jsou mechanicky poškozovány erytrocyty s následnou hemolýzou.

Skladování materiálu

Pokud je vzorek zpracován do 24–48 hodin, maximálně do týdne, postačuje pro většinu analytů uchování při teplotě 4 °C. Pro dlouhodobé skladování proteinů je vhodná teplota –20 °C, popřípadě až –80 °C. Při skladování je nutné, aby byl materiál dobře uzavřen a zabránilo se zahuštění vzorku odpařováním, mikrobiální kontaminací, vlivu světla a difuzi plynů a samozřejmě metabolismu krevních elementů. Chemická konzervace se pro sérum nebo plazmu užívá vzácně, konzervační činidla se používají spíše při skladování moči.

Separace a transport materiálu

Pro oddělení krevních elementů od séra (plazmy) je vhodná **centrifugace** při 1000–1500 g (g = násobek gravitačního zrychlení) po dobu 10 minut při pokojové teplotě. Delší doba centrifugace nebo zvýšení počtu g vedou často k částečné či úplné hemolýze. Plazma nebo sérum mají být odděleny pokud možno co nejdříve, nejpozději však do dvou hodin od odběru (pro stanovení draselných iontů do jedné hodiny od odběru). Krev pro stanovení tepelně nestálých analytů (parathormon, osteocalcin, natriuretické peptidy a další) musí být centrifugována v chlazené centrifuze.

Předčasné oddělení séra od krevních elementů (dříve než za 20–30 minut) však může vést k dodatečné tvorbě fibrinu, a dochází tak k pocentrifugační koagulaci. Z tohoto pohledu je plazma jako biologický materiál pro další analýzy vhodnější – krev je možné ihned centrifugovat, hrozí menší nebezpečí hemolýzy.

Transport materiálu má být šetrný a rychlý, musí být prováděn při adekvátní teplotě a vhodných světelných podmínkách (kyselina listová a bilirubin jsou nestabilní a na přímém světle klesají). V případě, že je vzorek krve transportován neprodleně po odběru do laboratoře, postačuje pro transport většinou pokojová teplota. Při delším transportu (déle než 30 minut) a vzhledem k zevním klimatickým podmínkám je vhodnější posílat materiál v chladičím boxu. Pro stanovení některých analytů (amoniak, krevní plyny, homocystein, parathormon, kyselá fosfatáza) je doporučen transport na tajícím ledu. Pokud nelze dopravit krev do laboratoře do požadované doby, je vhodnější zaslat plazmu nebo sérum.

V každém případě je důležité seznámit se s podmínkami transportu a skladování biologického materiálu pro vyšetřovaný analyt, které jsou součástí laboratorních příruček jednotlivých laboratoří, kam lékaři zasílají biologický materiál na vyšetření. Laboratorní nebo preanalytická příručka obsahuje další potřebné informace o jednotlivých analytech a podrobnější informace o preanalytické fázi či době, kdy bude materiál vyšetřen.