Vítejte v laboratoři

Součástí každé nemocnice nebo alespoň většího zdravotnického zařízení je laboratoř. Přestože se moderní medicína bez tohoto pracoviště téměř neobejde, mezi veřejností se toho o něm ví poměrně málo.

Jak laboratoř funguje, co vše a z jakých vzorků v ní specialisté dokáží zjistit a jak dlouho jim to bude trvat? To jsme zjistili na Ústavu klinické biochemie a patobiochemie ve Fakultní nemocnici Motol v Praze. Průvodcem nám byl přednosta ústavu **prof. MUDr. Richard Průša, CSc.**

Můžete v několika větách charakterizovat, co se v laboratoři odehrává?

Moderní klinické laboratoře jsou nezbytným servisním pracovištěm pro stanovení včasné a přesné diagnózy. Na základě pečlivě odebraných vzorků (krev, moč atd.) je laboratoř schopna stanovit hodnoty různých látek v těle pacienta. Správné zadání testů a interpretace výsledků vede k pohotovému určení diagnózy a stanovení léčebných postupů. Většina laboratoří je dnes hodně automatizována a robotizována. Obsluhu přístrojů provádí vysoce kvalifikovaný personál – tým složený z lékařů, chemiků, přírodovědců, elektrotechniků, IT profesionálů a především odborných laboratorních pracovnic. Naše laboratoř pracuje 365 dnů v roce non-stop 24 hodin ve třech směnách. Z celkového počtu 210 prováděných vyšetření je trvale k dispozici asi 60 důležitých testů. Kvalita laboratoře je kontrolována českým, německým, anglickým a americkým kontrolním systémem každé dva týdny, zda vydáváme správné výsledky.

Stejně jako má medicína mnoho odvětví, existuje zřejmě i mnoho druhů laboratoří. Jak nebo podle čeho je můžeme dělit?

Laboratorní vyšetření jsou v současnosti natolik specializovaná a rozsáhlá, že jsou potřebné laboratoře biochemické, hematologické, genetické, imunologické a alergologické, mikrobiologické a další. V některých nemocnicích nebo jiných zdravotnických zařízeních se sdružují do větších celků tzv. laboratorní diagnostiky.

V kolika procentech případů dokáží lékaři diagnostikovat onemocnění bez testů a kdy se bez nich neobejdou?

Přestože stále platí, že pro stanovení diagnózy je nejdůležitější vyšetření lékařem (pohovorem, poslechem, poklepem a podobně), ve skutečnosti se dnes laboratorní vyšetření podílejí na diagnóze až v 80 %. Paleta vyšetření je velmi široká – celkem je k dispozici téměř 1000 různých testů. Velmi záleží na tom, zda lékař vybere ty správné, které povedou k diagnóze.

V čem všem mohou laboratorní výsledky testů lékařům pomoci?

Jejich hlavní význam spočívá v diagnostické rozvaze (předpokládanou diagnózu chceme potvrdit, nebo

naopak vyloučit) a v určení léčebného postupu. Zásadním se také stává sledování účinnosti nasazené léčby pomocí laboratorních vyšetření (zhoršení nebo zlepšení výsledků může o hodiny, dny nebo dokonce týdny předcházet příznakům pacienta).

Co vše se v takové laboratoři nachází?

Základní je místnost pro příjem vzorků krve a moči ve zkumavkách doručených potrubní poštou nebo osobně zdravotnickým personálem nebo pacientem. Vzorek a žádanka jsou označeny čárovým kódem nebo čipem. Následuje místnost pro základní úpravu vzorků – například v chlazených centrifugách, kde jsou vzorky rozděleny na menší části. Pak již vzorky putují do automatických, často robotizovaných přístrojů, které provádějí většinu požadovaných analýz. Jen malá část se zpracovává ručně – v tom případě jde o velmi náročné speciální vyšetření. Vše je řízeno velkým centrálním počítačem. Odborní pracovníci hlídají, jestli přístroje mají dostatek všech chemikálií, a hlavně je kontrolují, zda měří správně. Někdy je nutné věnovat se některým abnormálním výsledkům samostatně. Další místnosti slouží k uchovávání vzorků pacientů po určitou dobu v chlazeném prostoru, nejčastěji po dobu tří dnů. Nakonec je tu místnost pro bezpečnou likvidaci vzorků krve a moči.

Většina laboratorních testů se dělá z krve, ale co vše lze ještě testovat?

Obecně jde o všechny možné tělní tekutiny, někdy i jiný materiál (kousky tkání, močové kameny, vlasy). Z tekutin především moč, ale také mozkomíšní mok, různé výpotky (plicní, břišní), kloubní tekutina, ejakulát.

Co se děje před tím, než vzorek do laboratoře dorazí? Co bychom měli vědět, než si krev necháme vzít?

K tomu, aby byly výsledky správné a nebyly zkreslené celou řadou dočasných vlivů, je nezbytně nutné dodržet určitá pravidla.

Především by odběr vzorku krve na laboratorní vyšetření měl být proveden ráno a nalačno. Ráno hlavně proto, že tzv. normální hodnoty (správně referenční meze) jsou celosvětově sestavené pro časné dopolední hodiny. A nalačno proto, že jídlo velmi ovlivňuje metabolismus, a tedy také laboratorní výsledky. Nalačno ovšem znamená celých 12 hodin bez příjmu stravy, takže poslední jídlo by mělo být lehké, někdy kolem sedmé večer předcházejícího dne. Nalačno neznamená omezení příjmu neslazených a netučných tekutin, jako jsou minerálky, voda, slabý čaj a podobně.

Vysloveně nevhodná je káva, mléko, silný čaj, pivo. Naopak úplné vynechání tekutin po celonočním žíznění příliš zahustí krev a některé výsledky jsou pak také falešně změněné. Před odběrem vzorku krve je tedy správné vypít alespoň 2–3 decilitry třeba minerálky.

Je velký rozdíl ve výsledcích, pokud si krev nechám vzít ráno a odpoledne?

Lidský metabolismus velmi silně podléhá tzv. cirkadiánním rytmům – mění se v průběhu dne a noci, hlavně vlivem speciálních hormonů, které tyto denní cykly řídí tak, aby organismus byl co nejlépe adaptován na očekávanou zátěž. Je jen málo vyšetření, která tímto mechanismem ovlivněna nejsou. Rozdíly mezi výsledky získanými odběrem ráno a odpoledne se mohou pohybovat od 2 až po 100 %. Příkladem může být vyšetření hladiny

CO LZE Z LABORATORNÍHO VYŠETŘENÍ TAKÉ URČIT – VYŠETŘOVÁNÍ HLADIN LÉKŮ.
Pokud pacient užívá některé léky (např. digoxin u chorob srdce, astmatici theofylin, imunosupresiva, některá antibiotika, antiepileptika, léky proti plísním, některá cytostatika k léčbě zhoubných nádorů), je vhodné stanovit jejich koncentraci těsně před plánovaným podáním dávky a pak po určité době od podání léku (to se liší podle druhu léku). Tím se určí, jestli je hladina léku v krvi léčebně dostatečná, nebo naopak nadbytečně vysoká a toxická. V řadě případů je z těchto údajů možné dávkování léků opravit a upravit. Tento servis v laboratoři zajišťuje klinický farmakolog a klinický farmaceut. Tuto službu by měli lékaři pro bezpečnost svých pacientů používat mnohem častěji, než se tomu v naší zemi děje. Pacienti by po svých lékařích měli tato vyšetření žádat.

železa v krvi: hodnota ve 14 hodin je obvykle poloviční proti hodnotě ze vzorku získaného v 8 hodin. Tento falešně nižší výsledek z odpoledního odběru může velmi zkomplikovat jak diagnostický, tak léčebný proces. Odběr krve prováděný mimo standardní dobu ráno by měl být vyhrazen jen pro úzké spektrum vyšetření v život ohrožujících situacích: pacienti na ARO a jednotkách intenzivní péče, urgentní příjem do nemocnice, stav bezvědomí a podobně.

Existují nějaká omezení, která by měl pacient znát, než půjde na odběr krve?

Dočasných vlivů, které silně zkreslují výsledky, je celá řada. K častým chybám patří odběr krve po větší fyzické námaze (práce na chalupě, sportovní výkon, posilovna, spinning...) – pauza by měla činit alespoň 3–4 dny, aby organismus byl v klidu. Únava různého původu, například z nedostatku spánku, z cestování letadlem přes časová pásma či z pracovního stresu, také nepěkně zkreslí výsledky a jejich použitelnost je omezená. Velmi nepříznivý vliv na hodnoty laboratorních vyšetření má požití alkoholu v předcházejících 24 hodinách. Ještě horší vliv má užití různých stimulačních drog (jako je extáze) nebo marihuany, jejichž účinky na metabolismus přetrvávají několik dní.

Kolik je daného vzorku potřeba?

Moderní laboratorní metody miniaturizovaly spotřebu vzorku krve. Například pro vyšetření jaterního enzymu ALT je přibližná spotřeba maximálně 50 µl, pro vyšetření funkce štítné žlázy (TSH) je potřeba orientačně podle metody 50–200 µl séra. Většina analýz se provádí ze séra (vzorku srážlivé krve), ale pro některá vyšetření je nutný

Vzorek je označen trvale čárovým kódem. Automatické analyzátory mají dvě laserové čtečky, kvůli kontrole, že se kód načítá opravdu správně. Kód pak určuje nejen identifikaci pacienta, ale také která vyšetření má příslušný přístroj provést.

samostatný odběr nesrážlivé krve (jiný na vyšetření počtu krvinek, jiný na vyšetření cukru v krvi, jiný na vyšetření srážlivosti krve atd.). V některých případech je vhodný samostatný odběr, aby se předešlo kontaminaci vzorku u analýz, například při vyšetření na HIV či infekční žloutenky. Odběr se provádí do nádobek, které pak v laboratoři slouží jako zkumavky, vyšetření probíhá přímo z nich. Počet použitých zkumavek k odběru může být běžně 1–3, někdy více, ale množství odebrané krve může být velmi malé. Pro běžná biochemická vyšetření bohatě stačí 5 ml krve (tj. 5000 µl).

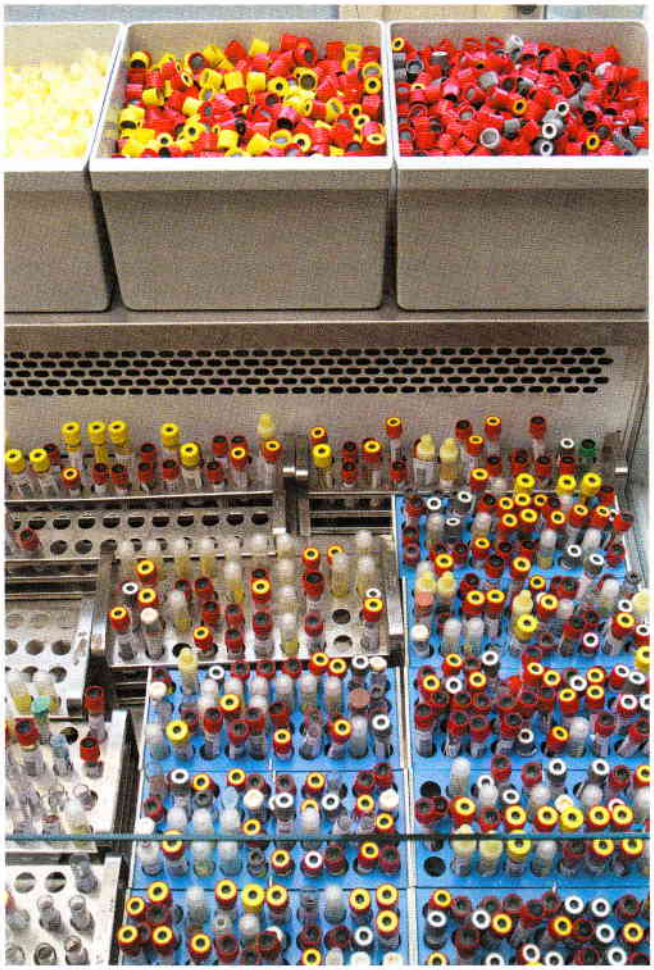
Co se stane se vzorkem, když dorazí do laboratoře?

Každý biologický materiál, vzorek, který je dodán do laboratoře, nejprve projde vstupní kontrolou pracovníka příjmu materiálu, a to z důvodu zajištění bezpečné péče o pacienta. Jde o to, aby nedošlo k záměně vzorku či k přijetí nesprávně odebraného vzorku. Veškeré zajímavé informace nejen o této oblasti lze najít v laboratorní příručce na webových stránkách FN Motol (www.fnmotol.cz). Dále již vzorek prochází přípravou dle toho, které analýzy jsou lékařem požadovány. Někdy je vyšetření prováděno z plné nesrážlivé krve, častěji ze séra odděleného od krevní sraženiny centrifugou.

Kolik různých vyšetření z daného vzorku můžete udělat?

To je velmi různé, záleží na typu požadovaných vyšetření. Pokud by se jednalo o běžná biochemická vyšetření (cukr, bílkovina, močovina, cholesterol apod.), pak z 1 ml

Vedoucí laborantka Bc. Martina Bunešová přijímá vzorky z potrubní pošty.



Chladící box se vzorky krve a moče k rychlé analýze.

krve můžeme provést až 30 analýz. Běžnou praxí je bohužel nadbytečně velké množství odebrané krve. To je nepříznivé hlavně u dětí, zejména u novorozenců a kojenců.
Je vhodné se před odběrem s laboratoří poradit, kolik vzorku bude skutečně potřebovat.

Pro představu - kolik vyšetření se na vašem oddělení dělá?

Ústav klinické biochemie a patobiochemie ve FN Motol zajišťuje spektrum 210 vyšetření a patří tak k největším v naší zemi. V tomto počtu nejsou zahrnuta vyšetření, která mají na starosti ostatní motolské laboratoře (hematologie, imunologie atd.).

Kolik vzorků denně se v laboratoři zpracuje?

Úctyhodný je počet provedených vyšetření – za měsíc to je přes půl milionu. Denně vyšetříme přibližně 2000 vzorků od lůžkových a ambulantních dětských a dospělých pacientů. Naše laboratoř je hodně specializovaná na problematiku dětského lékařství.

Jak dlouho je nutné na výsledky čekat?

Dnes by měly být výsledky nejen velmi kvalitní, ale také rychle dostupné, protože to moderní technologie v našich laboratořích umožňují. Vlastní analýza je krátká, na vyšetření například zmíněného jaterního enzymu ALT je potřeba jen několik minut. Na vyšetření, která vyžadují inkubaci s protilátkou, jako je výše zmíněný hormon TSH (důležitý pro funkci štítné žlázy) nebo HIV, laboratoř potřebuje obvykle 20 minut. Mnohem více času zabere příprava vzorku k analýze (zapsání žádanky do počítače, oddělení séra od krevního koláče apod.), potom schválení výsledku laboratorním specialistou a transport výsledku k lékaři nebo pacientovi (elektronicky, poštou, kurýrem). Obecně řečeno – výsledky většiny vyšetření včetně specializovaných (hormony, nádorové markery a jiné) ze vzorku krve doručeného do laboratoře do 9 hodin by měly být odpoledne nejpozději do 15 hodin dostupné vašemu lékaři.
Některá vyšetření jsou komplikovaná a finančně nákladná a je vhodné provádět analýzu od několika pacientů najednou, ale ani v tomto případě by doba čekání na výsledek neměla být delší než 5 pracovních dnů.

Existuje rozdíl v rychlosti zpracování výsledků ve velké a naopak v malé nemocnici?

Neměl by v tom být žádný rozdíl. Nejvíc se asi liší rychlost distribuce hotových výsledků, ale to je organizační záležitost, kterou je možné snadno řešit. Větší problém je, že se výsledky laboratoř od laboratoře mohou někdy i podstatně lišit. Neznamená to, že by jedna z nich měřila špatně, ale u většiny vyšetření není zajištěna návaznost (různé analyzátory apod.). Proto by pacient měl být vyšetřován pokud možno stále v jedné laboratoři, aby následné výsledky byly porovnatelné.

A jsme u výsledků, kterým běžný laik kvůli latinským názvům a různým typům čísel a zkratek většinou nerozumí. Poradí mi s interpretací pouze lékař?

Běžná laboratorní vyšetření i v té základní sestavě vypovídají velmi mnoho: popisují funkci ledvin, jater, slinivky, imunity, štítné žlázy,

prof. MUDr. Richard Průša, CSc.

srdce, svalů, dále metabolismus cukrů, tuků a bílkovin, reakci organismu na bakteriální nebo virovou infekci, stav červených a bílých krvinek. Nedávno byl zprovozněn český webový portál www.labtestsonline.cz, jenž je určen pacientům, aby jim usnadnil porozumět vyšetřením, která lékaři provádějí.

Co všechno se lze z laboratorních výsledků dozvědět?

Je to paleta asi jednoho tisíce různých vyšetření. Patří mezi ně vyšetření nádorových markerů pro monitorování úspěšnosti léčby, hodnocení zánětlivých parametrů a imunitní odpovědi organismu při těžkých infekcích, vyšetření imunity při onemocněních, kdy se agresivně obrátí proti vlastnímu tělu, posouzení stavu výživy a životního stylu (adiponektin a leptin u obezity, tzv. CDT pro posouzení konzumace alkoholu v posledních deseti dnech, metabolity nikotinu v krvi u kuřáků). K dispozici je také vyšetření hladin léků v krvi vhodné k individuální úpravě dávky, pokud jsou přítomny nežádoucí účinky nebo je lék málo účinný.

Jak je takové vyšetření drahé?

Náklady na běžná biochemická vyšetření se pohybují od několika korun do několika desítek korun za jedno vyšetření. Běžná vyšetření, která vyžadují inkubaci s protilátkou, jsou dražší – náklady činí několik desítek až 300 Kč za jednu analýzu.
Specializovaná laboratorní vyšetření mohou být drahá – od 1000 Kč až po 25 000 Kč za jedno vyšetření. Soubor nejčastěji požadovaných laboratorních vyšetření stojí přibližně 500 až 1500 Kč.

Automatický biochemický analyzátor, který změří 1500 testů za hodinu.

Specializovaný HPLC analyzátor na měření glykovaného hemoglobinu u diabetiků.

KOLIK STOJÍ TESTY
(těhotenský test, žloutenka, nádorové markery, genetické testy, otravy, hormony, metabolický syndrom apod.)
Nejlevnější vyšetření se pohybují od 20 do 50 Kč (cukr v krvi, močovina, cholesterol), další řádově kolem 100 Kč (cystatin C k vyšetření funkce ledvin, transferin k vyšetření metabolismu železa, HIV, těhotenský test).
Velká skupina vyšetření se pohybuje kolem 300 Kč (hormony, nádorové markery, antigeny a protilátky u žloutenek A, B a C). Mezi drahá vyšetření (500–1000 Kč) patří např. test na srdeční selhání (NT-proBNP), kostní marker osteokalcin, test na přítomnost těžké bakteriální infekce (prokalcitonin) a jiné. Běžný genetický test stojí přibližně 500–1000 Kč. Vyšetření metabolického syndromu je komplexní skupina několika výsledků (cukr a tuky v krvi, hormony adiponektin, leptin a jiné) celkem asi za 1000 Kč.

Inzerce 800007961

Žádost o různé testy vypisuje většinou lékař (ať už v nemocnici nebo v praktické či specializované ordinaci). Mohu si test nechat udělat někde sama?

V ordinování laboratorních vyšetření jsou lékaři vázáni doporučeními odborných společností a zdravotních pojišťoven. Pokud si přejete další nebo častější vyšetření, můžete využít tzv. odběrových center zřizovaných u laboratoří, kde je možné si vyžádat jakékoli dostupné vyšetření, obvykle jako samoplátce. V každém případě je vhodné výsledky konzultovat se svým nebo specializovaným lékařem. Měla by také existovat možnost poskytovat tuto službu anonymně, ale to u nás zatím není běžně dostupné (v zahraničí ano). Bohužel všechny laboratoře ještě nejsou odběrovým centrem vybaveny.

Musím výsledky odevzdat lékaři?

Nemusíte, ale v každém případě je vždy velmi cenné laboratorní výsledky konzultovat se svým lékařem nebo specialistou. Záleží také na tom, jestli jste čerpala zdravotní pojištění, nebo jste byla tzv. samoplátcem. Doporučuje se, aby pacient měl kopie svých výsledků podle svého uvážení u sebe kdykoli k dispozici. Pokud vyšetření indikoval váš ošetřující lékař, laboratoř vydá výsledky jemu. Vydat výsledky vám může jen váš lékař.

Co se se vzorkem stane po zpracování?

Vzorek krve musí být zpracován nejpozději do 4 hodin po odběru, ale i v tomto případě již některé výsledky mohou být zkreslené. Optimálně tedy do jedné hodiny po odběru. Vlastní analýzy by měly být provedeny nejpozději do 8 hodin po odběru. Pokud se oddělí sérum

NEJČASTĚJŠÍ VÝRAZY V LABORATORNÍCH TESTECH A CO ZNAMENAJÍ

- Funkce ledvin, dehydratace – urea (močovina) a kreatinin.
- Vnitřní prostředí – ionty Na, K, Cl, osmolalita.
- Kostní metabolismus – Ca, fosfáty, ALP, osteokalcin, CTx, NTx, PTH (parathormon), kalcitonin, PINP.
- Funkce jater – AST, ALT, GMT, CHE (cholinesteráza), ALP, bilirubin, albumin.
- Funkce štítné žlázy – TSH, volný T4 (thyroxin), volný T3, antiTPO, antiTG.
- Metabolismus tuků – cholesterol, triacylglyceroly, HDL, LDL-cholesterol, apolipoproteiny A a B, lipoprotein (a).
- Metabolismus cukrů – glukóza, glykovaný hemoglobin, C peptid, inzulin.
- Funkce slinivky – amyláza, lipáza, elastáza ve stolici.
- Vyšetření imunity a zánětu – prealbumin, CRP, prokalcitonin, imunoglobuliny IgG, M, A, interleukin 6 (IL-6).
- Poškození svalů a/nebo myokardu – AST, CK, CK-MB, troponin I, myoglobin.
- Alergie – celkové IgE a specifické imunoglobuliny IgE.
- Nádorové markery – PSA (prostata), CEA (plíce, tračník a konečník), CA 72-4 (žaludek), CA 125 (vaječníky), CA 19-9 (slinivka, vaječníky), AFP (játra), CA 15-3 (prsní žláza) a další.

od krevního koláče, pak je vzorek relativně dlouho stabilní při 4 °C (několik dnů) nebo dlouho stabilní, pokud by byl zamražen na -20 nebo -80 °C. Většinou se archivuje celý vzorek (bez oddělení séra) při 4 °C maximálně 3 dny.
Z tohoto vzorku je ještě dodatečně možno provést některá vybraná doplňková vyšetření bez nutnosti nového odběru. Toto má význam hlavně u malých dětí nebo těžce nemocných pacientů.
Následuje bezpečná likvidace vzorku, obvykle ve spalovně. Jiná pravidla platí pro vzorek DNA získaný z krve. Vzorek DNA může být archivován v DNA bance, na přání pacienta může zůstat jeho nedotknutelným majetkem a může být součástí dědictví.

Většina vyšetření se dělá v laboratoři; může nějaké vyšetření udělat ve své ordinaci přímo lékař? A můžeme si nějaký test provést doma sami?

Tato problematika má tři roviny. První se týká vyšetření, která se mohou provádět u lůžka pacienta v nemocnici na jednotkách intenzivní péče. Ta jsou prováděna na přísně kontrolovaných přístrojích, které patří pod správu centrální laboratoře.
Druhou skupinou jsou vyšetření, která může provádět lékař ve své ordinaci, aby se mohl rychle rozhodnout o diagnóze a léčbě. Tato vyšetření jsou orientační a běžně vykazují 25% chybu ve srovnání s centrální laboratoří. Patří k nim především vyšetření moči vyšetřovacím proužkem, vyšetření cukru v krvi, test bakteriálního zánětu (C-reaktivního proteinu, CRP) například k odlišení od virózy, vyšetření zneužívaných drog v moči.
Třetí skupinou jsou vyšetření pro tzv. domácí použití, jako je těhotenský test, testy na vyšetření cukru nebo cholesterolu v krvi či rychlotest na HIV apod. Výsledky těchto testů jsou nejméně spolehlivé, ale mají také svůj význam a je správné, že jsou na trhu k dispozici.

Na která konkrétní vyšetření se vaše oddělení specializuje?

Provádíme vyšetření biochemická (základních asi 50), dále hormony (inzulin, hormony pohlavní, štítné žlázy a jiné), markery kostního metabolismu, nádorové markery, vyšetření srdečního infarktu, vitaminy (A, E, D), hladiny léků (např. antibiotik a antiepileptik), vyšetření při otravách (např. olovo, kadmium, etanol), stopové prvky (selen, mangan, měď, zinek), vyšetření močových kamenů, antigenů a protilátek žloutenek typu A, B, C a HIV, látek k potlačení imunity po transplantacích (cyklosporin, tacrolimus, sirolimus), vyšetření protilátek proti vlastnímu tělu (např. proti štítné žláze), látek k léčbě zhoubných nádorů (methotrexát a jiné). K vyšetřením, která jsou vysoce specializovaná a jinde nedostupná, patří vyšetření platiny, stroncia, busulfanu (protinádorový lék), lamotriginu (lék proti epilepsii), vorikonazolu a intrakonazolu (léky proti plísním), růstových hormonů.

Kolik hodin denně taková laboratoř funguje a kdo v ní pracuje?

Naše laboratoř pracuje 24 hodin denně, každý den v roce. Pracuje v ní celkem 75 specialistů. V čele laboratoře stojí přednosta – profesor, dále manažer kvality, potom vedoucí analytického provozu, primářka – lékařka a vrchní laborantka – bakalářka. Celý tým je složený z lékařů, chemiků, přírodovědců, elektrotechniků, IT a počítačových expertů a velkou skupinou v rámci zdravotnického týmu jsou zdravotní laboranti včetně laborantů se specializačním studiem v oboru klinická biochemie. Neméně důležitým členem týmu jsou i pomocní zdravotničtí pracovníci.

Petra Lamschová
odborná spolupráce prof. MUDr. Richard Průša, CSc.
přednosta Ústavu klinické biochemie
a patobiochemie 2. LF UK a FN Motol