

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2023

Aneta Sýkorová

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

Studijní program: B0914P360004 Laboratorní diagnostika ve zdravotnictví

Aneta Sýkorová

Studijní obor: Laboratorní diagnostika ve zdravotnictví B0914P360004

**CHEMICKÉ A MORFOLOGICKÉ VYŠETŘENÍ
U ONEMOCNĚNÍ LEDVIN**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: prof. MUDr. Jaroslav Racek, DrSc.

PLZEŇ 2023

Na této stránce se v tištěné verzi nachází zadání bakalářské práce.

Na této stránce se v tištěné verzi nachází zadání bakalářské práce.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a všechny použité prameny jsem uvedla v seznamu použitých zdrojů.

V Plzni dne 31. 3. 2023

.....

vlastnoruční podpis

Abstrakt

Příjmení a jméno: Sýkorová Aneta

Katedra: Katedra záchranářství, diagnostických oborů a veřejného zdravotnictví

Název práce: Chemické a morfologické vyšetření u onemocnění ledvin

Vedoucí práce: prof. MUDr. Jaroslav Racek, DrSc.

Počet stran – číslované: 45

Počet stran – nečíslované: 21

Počet příloh: 3

Počet titulů použité literatury: 22

Klíčová slova: moč, močový sediment, ledviny, chemické vyšetření, onemocnění ledvin

Souhrn:

Tato bakalářská práce blíže popisuje chemické a morfologické vyšetření moči u pacientů, kteří trpí onemocněním ledvin. Jsou popsány jednotlivé parametry vyšetření, možné patologické nálezy a také interference, které mohou způsobit špatnou interpretaci výsledků. V praktické části jsou oba typy vyšetření porovnány a je zhodnoceno, v kolika případech se výsledky jednotlivých vyšetření shodují nebo liší.

Na základě vyhodnocení našich výsledků jsme usoudili, že morfologické vyšetření moči by mělo být i nadále zahrnuto mezi vyšetření u pacientů s podezřením na onemocnění ledvin, jelikož jsme prokázali, že některé patologické nálezy v močovém sedimentu chemické vyšetření nezjistilo.

Abstract

Surname and name: Sýkorová Aneta

Department: Department of Rescue Services, Diagnostic Fields and Public Health

Title of thesis: Chemical and morphological examination in renal diseases

Consultant: prof. MUDr. Jaroslav Racek, DrSc.

Number of pages – numbered: 45

Number of pages – unnumbered: 21

Number of appendices: 3

Number of literature items used: 22

Keywords: urine, urinary sediment, kidney, chemical examination, kidney disease

Summary:

This bachelor thesis describes in more detail the chemical and morphological examination of patients suffering from kidney disease. The different parameters of the examination, possible pathological findings and also interferences that may cause misinterpretation of the results are described. In the practical part, the two types of examinations are compared and it is evaluated in how many cases the results of each examination agree or differ.

Based on the evaluation of our results, we conclude that morphological examination of urine still should be included in the examination of patients with suspected renal disease, as we have shown that some pathological findings in the urinary sediment were not demonstrated by chemistry.

Předmluva

Toto téma bakalářské práce jsem si zvolila primárně z toho důvodu, že obecně považuji onemocnění ledvin jako velice závažné, a právě díky této práci jsem měla možnost být obohacena o nové informace a poznatky v souvislosti s touto problematikou. Hlavním cílem práce je porovnat shodu mezi morfologickým a chemickým vyšetřením a posoudit, zda je možné vyšetření sedimentu v rámci rychlejší diagnostiky vynechat a spolehnout se tak na výsledky chemického vyšetření. Abychom tak mohli učinit, měly by se výsledky obou vyšetření co nejvíce shodovat.

Poděkování

Ráda bych poděkovala prof. MUDr. Jaroslavu Rackovi, DrSc. za odborné vedení práce, cenné rady, doporučení, tipy a poskytování materiálních podkladů během zpracování mé bakalářské práce. Také děkuji za vstřícnost, ochotu a trpělivost. Dále děkuji rodině, kamarádům a spolužačkám, kteří mi byli po celou dobu velikou oporou.

OBSAH

SEZNAM GRAFŮ	11
SEZNAM OBRÁZKŮ	12
SEZNAM TABULEK	13
SEZNAM ZKRATEK	14
ÚVOD.....	15
TEORETICKÁ ČÁST	16
1 ONEMOCNĚNÍ LEDVIN.....	16
1.1 Druhy a význam onemocnění ledvin	16
1.2 Diagnostika onemocnění ledvin.....	16
1.3 Význam laboratorního vyšetření moči pro včasné odhalení a sledování průběhu onemocnění ledvin.....	17
2 LABORATORNÍ VYŠETŘENÍ MOČI VE VČASNÉ DIAGNOSTICE ONEMOCNĚNÍ LEDVIN	20
2.1 Základní chemické vyšetření moči	20
2.1.1 Vyšetření pH moči.....	20
2.1.2 Proteinurie	22
2.1.2.1 Kvalitativní průkaz proteinurie	23
2.1.2.2 Kvantitativní proteinurie a albuminurie	24
2.1.3 Hematurie	25
2.1.4 Průkaz nitritů	27
2.1.5 Průkaz leukocytů	28
2.2 Morfologické vyšetření moči.....	30
2.2.1 Buňky	31
2.2.1.1 Erytrocyty.....	31
2.2.1.2 Leukocyty.....	33
2.2.1.3 Tubulární epitelie	35
2.2.2 Válce.....	37
2.2.2.1 Válce hyalinní	37
2.2.2.2 Válce granulované.....	38
2.2.2.3 Válce ostatní.....	39
PRAKTICKÁ ČÁST	44
3 CÍL A ÚKOLY PRÁCE	44
3.1 Hlavní cíl.....	44

3.2	Dílčí cíle.....	44
4	CHARAKTERISTIKA SLEDOVANÉHO SOUBORU	45
5	METODIKA PRÁCE	46
6	ANALÝZA A INTERPRETACE VÝSLEDKŮ	48
6.1	Vzájemné porovnání chemického a morfolo- gického vyšetření – krev a erytrocyty	48
6.2	Vzájemné porovnání chemického a morfolo- gického vyšetření – leukocyty	49
6.3	Vzájemné porovnání chemického a morfolo- gického vyšetření – leukocyty a nitrity	50
6.3.1	Vzájemné porovnání chemického (nitrity) a morfolo- gického vyšetření (leukocyty).....	50
6.3.2	Vzájemné porovnání chemického vyšetření – nitrity a leukocyty	51
6.3.3	Početní zastoupení leukocytů spolu s procenty pozitivních nitritů	52
6.4	Vzájemné porovnání pH a morfolo- gického vyšetření leukocytů	52
6.5	Vzájemné porovnání nálezu granulo- vaných válců a chemického vyšetření – krev a leukocyty	53
6.6	Vzájemné porovnání nálezu tubulárních epitelií a chemického vyšetření – krev a leukocyty	54
	DISKUZE	56
	ZÁVĚR.....	59
	SEZNAM LITERATURY.....	60
	SEZNAM PŘÍLOH	63
	PŘÍLOHY	64

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: <i>Vzájemné porovnání chemického a morfologického vyšetření – krev a erytrocyty</i>	48
Graf 2: <i>Vzájemné porovnání chemického a morfologického vyšetření – leukocyty</i>	49
Graf 3: <i>Vzájemné porovnání chemického (nitrity) a morfologického vyšetření (leukocyty)</i>	50
Graf 4: <i>Vzájemné porovnání chemického vyšetření – nitrity a leukocyty</i>	51
Graf 5: <i>Vzájemné porovnání pH a morfologického vyšetření leukocytů</i>	53
Graf 6: <i>Vzájemné porovnání nálezu granulovaných válců a chemického vyšetření – krev a leukocyty</i>	54
Graf 7: <i>Vzájemné porovnání nálezu tubulárních epitelů a chemického vyšetření – krev a leukocyty</i>	55

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: <i>Detekční proužek – pH</i>	21
Obrázek 2: <i>Detekční proužek – protein</i>	23
Obrázek 3: <i>Detekční proužek – krev</i>	26
Obrázek 4: <i>Detekční proužek – nitrity</i>	28
Obrázek 5: <i>Detekční proužek – leukocyty</i>	29
Obrázek 6: <i>Dysmorfní erytrocyty</i>	33
Obrázek 7: <i>Leukocyty (granulocyty)</i>	35
Obrázek 8: <i>Tubulární epitelie</i>	36
Obrázek 9: <i>Hyalinní válece</i>	38
Obrázek 10: <i>Granulovaný váleček</i>	39
Obrázek 11: <i>Leukocytární váleček</i>	40
Obrázek 12: <i>Erytrocytární váleček</i>	40
Obrázek 13: <i>Renální tubulární váleček</i>	41
Obrázek 14: <i>Voskový váleček</i>	42
Obrázek 15: <i>Přechod granulovaného válečka do voskového</i>	42
Obrázek 16: <i>Tukový váleček</i>	43
Obrázek 17: <i>Bakteriální váleček</i>	43
Obrázek 18: <i>Urine Microscopy System iQ200 SPRINT</i>	46

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: <i>Vzájemné porovnání chemického a morfologického vyšetření – krev a erytrocyty</i>	48
Tabulka 2: <i>Vzájemné porovnání chemického a morfologického vyšetření – leukocyty</i>	49
Tabulka 3: <i>Vzájemné porovnání chemického (nitrity) a morfologického vyšetření (leukocyty)</i>	50
Tabulka 4: <i>Vzájemné porovnání chemického vyšetření – nitrity a leukocyty</i>	51
Tabulka 5: <i>Srovnání konkrétního počtu leukocytů v močovém sedimentu společně s procentuálním zastoupením pozitivních nitritů</i>	52
Tabulka 6: <i>Vzájemné porovnání pH a morfologického vyšetření leukocytů</i>	53
Tabulka 7: <i>Vzájemné porovnání nálezu granulovaných válců a chemického vyšetření – krev a leukocyty</i>	54
Tabulka 8: <i>Vzájemné porovnání nálezu tubulárních epitelů a chemického vyšetření – krev a leukocyty</i>	55

SEZNAM ZKRATEK

ACR.....	albumino-kreatinový kvocient
BJ	Bence-Jonesova bílkovina
CO ₂	oxid uhličitý
FN.....	falešně negativní
FP	falešně pozitivní
GF.....	glomerulární filtrace
H ⁺	vodíkový kation
H ₃ O ⁺	oxoniový ion
IgG.....	imunoglobulin
pH	vodíkový potenciál
RBP.....	retinol-binding protein
RTA	renální tubulární acidóza
SLE	systemový lupus erythematoses

ÚVOD

Máme-li se zabývat diagnostikou u onemocnění ledvin, je chemické a morfologické vyšetření moči nedílnou součástí biochemického vyšetření. Nehledě na to, že moč je v běžné rutinní praxi nejlépe dostupným materiálem, je důležité dodržet všechny preanalytické podmínky, ať už při odběru nebo při samotném vyšetření. Nedodržení těchto postupů vede k interferencím a chybné interpretaci výsledků a může to tak negativně ovlivnit správnou diagnostiku a léčebné postupy u konkrétního pacienta.

V teoretické části práce blíže popíšeme vyšetření jednotlivých parametrů u pacientů s onemocněním ledvin, také zmíníme falešnou pozitivitu u jiných stavů a jaké konkrétní onemocnění může daná pozitivita signalizovat.

V praktické části pak provedeme porovnání výsledků chemického a morfologického vyšetření a vyhodnotíme, v kolika případech se výsledky zcela shodují a naopak, kolik případů zachytí jen jedno z výše zmíněných vyšetření.

V současné době automatizace, kdy se snažíme si práci co nejvíce usnadnit a urychlit, se od manuálního vyšetření upouští. Cílem této práce je ověřit, zda se výsledky chemického a morfologického vyšetření shodují natolik, že se vyšetření močového sedimentu může zcela vynechat.

TEORETICKÁ ČÁST

1 ONEMOCNĚNÍ LEDVIN

1.1 Druhy a význam onemocnění ledvin

Přibližně polovina populace v rozvinutých zemích Evropy a Ameriky je ohrožena kardiovaskulárními chorobami, třetina pak zhoubnými nádory; tato onemocnění jsou i hlavní příčinou mortality. Na základě těchto údajů se do pozadí dostává problematika onemocnění ledvin, a to zcela neprávem. Jak uvedeme dále, je v těchto zemích onemocnění ledvin časté a mnohdy pozdě diagnostikované, i když právě jednoduchá laboratorní vyšetření by mohla tento stav významně zlepšit.

Odhaduje se, že až 10 % populace v České republice trpí onemocněním ledvin. Jedná se tedy o více než 1 milion pacientů, bohužel jen u části z nich je onemocnění ledvin diagnostikováno v počátečních stádiích. Přitom jediné včas zahájená léčba a další preventivní opatření zabrání závažným následkům. Důvodem pozdního rozpoznání onemocnění ledvin je skutečnost, že většina onemocnění ledvin se rozvíjí plíživě bez jakýchkoliv příznaků. Pacient necítí bolest, nemá žádné viditelné příznaky, množství moči se nemění – není si tedy vědom toho, že trpí onemocněním ledvin. To však probíhá dál a může se projevit až tehdy, když je přítomna výrazná redukce funkce ledvin, někdy je dokonce již při stanovení diagnózy funkce ledvin tak omezená, že je nutné zahájit pravidelnou dialyzační léčbu. Stav, kdy záhy po stanovení diagnózy onemocnění ledvin musí být nemocný dialyzován (přichází na dialýzu „z ulice“) je bohužel častý a jeho frekvence spíše stoupá.

1.2 Diagnostika onemocnění ledvin

I když se onemocnění ledvin může vyskytnout u každého jedince, jsou stavy a choroby, kde jsou ledviny ohroženy významně častěji. Především u těchto nemocných je třeba na možnost postižení ledvin myslet a aktivně je vyhledávat. Zvýšené riziko onemocnění ledvin je u následujících onemocnění a stavů:

- Diabetes mellitus – nedostatečně léčený nemocný je ohrožen tzv. diabetickou glomerulopatií, která postupně vede až k selhání ledvin.

- Hypertenze rovněž významně poškozuje ledviny, je třeba ji tedy účinně léčit. Na druhé straně si musíme uvědomit, že naopak onemocnění ledvin může ve svém důsledku vést k vysokému krevnímu tlaku.
- Kardiovaskulární onemocnění, tedy onemocnění srdce a cév. Jestliže se u nemocného prokáže onemocnění srdce, např. angina pectoris nebo infarkt myokardu, nebo když trpí jinou kardiovaskulární chorobou (ischemická choroba dolních končetin, postižení mozkových cév), je třeba předpokládat, že stejně budou postiženy i cévy ledvin a vyvine se onemocnění ledvin. Větší riziko srdečně cévních onemocnění mají kuřáci.
- Kardiovaskulární onemocnění nebo dědičné onemocnění ledvin v rodinné anamnéze.
- Nefrolitiáza – kameny v ledvinách a močových cestách mohou vést k poškození ledvin blokadou odtoku moči a také tím, že nemocný s nefrolitiázou má větší sklon k zánětu močových cest a ledvin.
- Nadužívání některých léků, zejména analgetik, může rovněž způsobit onemocnění ledvin.

U všech nemocných, kteří mají výše uvedené choroby, by se mělo se zvýšeným rizikem onemocnění ledvin počítat a při jejich vyšetření se na tuto možnost zaměřit. Sami pacienti by si měli všimnout příznaků, jako jsou otoky dolních končetin, ale i v obličeji, změny barvy moči, frekvence močení apod. To jsou však již obvykle příznaky pokročilejšího onemocnění ledvin. Mnohem dříve může na možnost onemocnění ledvin upozornit laboratorní vyšetření; tomu budou věnovány další odstavce. (Tesař 2018; Racek a Rajdl 2021)

1.3 Význam laboratorního vyšetření moči pro včasné odhalení a sledování průběhu onemocnění ledvin

Význam laboratorního vyšetření pro záchyt onemocnění ledvin je především v tom, že je jednoduché, levné, pacienta nezatěžuje, a přitom může odhalit onemocnění v časných stádiích, kdy je dobře léčbou ovlivnitelné.

Vyšetřit můžeme krev i moč. V krvi se stanovuje především hladina kreatininu. Je to katabolit kreatinu, který vzniká ve svalech a vylučuje se ledvinami především glomerulární filtrací. Jeho sérová koncentrace stoupá při snížení glomerulární filtrace, bohužel však až

tehdy, je-li redukována pod 50 % původní hodnoty. Pro záchyt počátečních stádií onemocnění ledvin se tedy nehodí. Užívá se pro posouzení funkce ledvin u pokročilejších stavů nebo naopak u akutních stavů (nemocní po těžkých úrazech, operacích v sepsi apod.), kdy je postižení ledvin časté a může ovlivnit prognózu nemocného.

Z hlediska odhalení časných stádií onemocnění ledvin a močových cest u bezpříznakových osob je mnohem významnější vyšetření moči. Můžeme provést základní kvalitativní (respektive semikvantitativní) vyšetření moči pomocí diagnostických proužků a dále vyšetření morfologické, někdy také nazývané vyšetření močového sedimentu.

Z nálezů při chemickém vyšetření moči může pro onemocnění ledvin a močových cest svědčit přítomnost:

- alkalického pH
- bílkoviny
- krve
- leukocytů
- nitritů

V močovém sedimentu s ohledem na možné onemocnění ledvin a močových cest hledáme:

- erytrocyty (s diferenciací podle jejich tvaru)
- leukocyty
- renální tubulární epitelie
- válce granulované, erytrocytární, leukocytární a voskové
- některé krystaly (fosforečnan hořečnato-amonný, cystin)

Základní chemické vyšetření moči se provádí obvykle pomocí diagnostických proužků s vyhodnocením okem nebo objektivně pomocí reflexní fotometrie. Vyšetření může provádět i praktický lékař nebo ambulantní specialista, není vzácné vybavení ordinace jed-

noduchým reflexním fotometrem umožňujícím objektivní hodnocení nálezu. Laboratoře mívají sofistikovanější přístroje pro automatizované chemické vyšetření moči a vyhodnocení nálezu reflexní fotometrií.

Morfologické vyšetření močového sedimentu lze provádět v mikroskopu po předchozím zahuštění moči odstředěním nebo objektivně přístrojem zajišťujícím analýzu obrazu, méně často průtokovou cytometrií. Tyto přístroje jsou běžné ve větších laboratořích, obvykle v kombinaci s reflexním fotometrem pro chemické vyšetření moči. (Chien et al. 2007; Racek a Rajdl 2021)

V teoretické části bakalářské práce probereme postupně všechny výše zmíněné parametry chemického a morfologického vyšetření moči se vztahem k onemocnění ledvin. Bude popsán princip vyšetření, jeho diagnostické možnosti vzhledem k onemocnění ledvin a možná pozitivita u jiných stavů a onemocnění.

V praktické části budou zhodnoceny nálezy 4 280 vyšetření moči u nemocných z Fakultní nemocnice v Plzni, jimž bylo vyšetření provedeno v lednu 2022.

2 LABORATORNÍ VYŠETŘENÍ MOČI VE VČASNÉ DIAGNOSTICE ONEMOCNĚNÍ LEDVIN

Jak jsme již uvedli, jedná se o kvalitativní chemické vyšetření moči a vyšetření morfologické, kdy se v moči hledají buňky a další částice. Ne všechny nálezy mají vztah k onemocnění ledvin a močových cest. Na druhé straně i tato vyšetření, která signalizují postižení ledvin, mohou mít jiné příčiny pozitivního nálezu a pacient má ledviny zdravé.

2.1 Základní chemické vyšetření moči

Nejčastěji ukazuje na onemocnění ledvin proteinurie, tedy nález bílkoviny (ve většině případů albuminu) v moči. Dalšími nálezy ve vztahu k onemocnění ledvin a močových cest je alkalické pH moči a chemický průkaz krve, leukocytů a nitritů v moči.

2.1.1 Vyšetření pH moči

Ledviny v našem těle plní několik důležitých funkcí. Mezi jednu z nich patří i to, že regulují acidobazickou rovnováhu v těle. Změnou pH moči kompenzují vliv stravy a produktů metabolismu. (Mundt a Shanahan 2020)

Za normálních podmínek se u zdravého dospělého jedince pohybuje pH v rozmezí 5-6, nicméně vzorek jako takový může mít pH 4,5 až 8. Vyšetřovat by se měla vždy čerstvá ranní moč a při vyhodnocování výsledků by se mělo také posoudit, zda pacient netrpí infekcí močových cest. (Racek a Rajdl 2021)

Například po jídle pH moči stoupá, a naopak po fyzické námaze klesá – moč je tedy kyselější. Roli zde hraje i rozdílné množství jednotlivých nutrientů při příjmu potravy. Při velkém příjmu ovoce a zeleniny dochází k alkalizaci moče, tedy ke vzrůstu pH. Při nadměrném příjmu bílkovin je to přesně obráceně a pH klesá. Toto je nutné brát v potaz při hodnocení výsledků, protože referenční rozmezí může být v těchto případech lehce zavádějící a je nutné výsledek korelovat s dalšími informacemi, aby lékař mohl určit přesnější diagnózu. (Racek a Rajdl 2021)

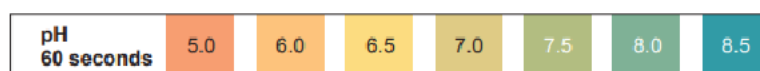
Existují hned dva způsoby, kterými lze pH moče změřit. Pokud chceme zvolit měření, které nám zajistí přesnější výsledky, můžeme jej provést potenciometricky pomocí pH metru se skleněnou elektrodou. (Mundt a Shanahan 2020)

Tato metoda je založena na elektrochemickém principu, kdy porovnáváme rozdíl potenciálů dvou elektrod, které jsou ponořené v námi měřeném roztoku. Je to elektroda srovnávací (referenční), která má za daných podmínek neměnný potenciál, a měrná (indikační), jejíž hodnota závisí na hodnotě pH, dle kterého se mění potenciál, a to v závislosti na aktivitě vodíkových iontů (H^+), respektive v závislosti na koncentraci H_3O^+ . Z toho vyplývá, že změny potenciálu indikační elektrody se vztahují vůči elektrodě srovnávací. (Formánek 2014)

Druhý způsob je pomocí testovacího proužku, což je svým způsobem jednodušší a rychlejší způsob, nicméně i ten má jistá svá úskalí, kdy může dojít k interferencím, které ovlivní výsledek pacienta. (Mundt a Shanahan 2020)

Samotným principem tohoto testu je kombinace dvou acidobazických indikátorů, jimiž jsou bromthymolová modř a methylová červeň. Ty způsobují viditelnou barevnou změnu v rozsahu pH od 5-9 a výsledky uvádíme buď v celých jednotkách nebo v jednotkách polovičních, tedy 0,5. (iChemVELOCITY Strips. 2020)

Obrázek 1: Detekční proužek – pH



Zdroj: (Mundt a Shanahan 2020)

Co se týče výše zmíněných interferencí, uvedeme následující příklady. Pokud na testovacím proužku zůstane přebytečná moč, může dojít k uvolnění kyselého pufru z činidla proteinu, který „přejde“ do sousední oblasti s pH. Tím dojde ke kontaminaci, která může být příčinou falešného snížení hodnoty pH, a to zejména pokud bude námi vyšetřovaná moč zásaditá či neutrální. (Mundt a Shanahan 2020)

Naopak k falešně zvýšeným hodnotám dochází v případě, že nedojde ke včasnému dodání vzorku do laboratoře. Dochází k tomu tak, že bakterie přítomné ve vzorku produkuje ureázu, která katalyzuje rozklad urey na amoniak a CO_2 . (Šolcová 2022)

Samotné vyšetření pH bychom zvolili, pokud se chceme zaměřit na hodnocení poruch acidobazické rovnováhy, s tím související diagnostiku renálních tubulárních acidóz (RTA) anebo případně při sledování léčby urolitiázy. (Racek a Rajdl 2021)

Na RTA může upozornit nález hyperchloremické acidózy, která je jako taková doprovázena ztrátou vody a bikarbonátů a poukazuje na snížené renální vylučování chloridů. Obecně je RTA doprovázena hypokalémií, tedy sníženou hodnotou draslíku v krvi, která jinak bývá při acidóze vzácná. U distální RTA (I. typu) dochází k problému s vylučováním vodíkových kationtů H^+ v distálním tubulu ledvin. Právě v její diagnostice nám může napomoci vyšetření pH moče, které bývá zvýšené a nikdy neklesne pod 5,5. Současně se zhoršeným vylučováním H^+ klesá i koncentrace chloridů v moči a rozhodujícím markerem může být pCO_2 , který pokud klesá v moči o více než 2,7 kPa ve srovnání s jeho hodnotou v krvi, potvrdí tak diagnózu RTA. (Racek a Rajdl 2021)

2.1.2 Proteinurie

Pojem proteinurie značí přítomnost bílkoviny v moči, což ve většině případů ukazuje na poškození ledvin. Za fyziologických podmínek se močí vyloučí asi 50 mg proteinu za den. Pokud má jedinec zdravý glomerulus, projde jím malé množství albuminu (cca 10 mg) a taktéž malé proteiny, jako je například alfa-1-mikroglobulin, beta-2-mikroglobulin, cystatin C, retinol-binding protein (RBP), aj. Plazmatické bílkoviny jsou profiltrovány a ze vzniklého ultrafiltrátu se část vyloučí do moči a zbytek proteinu je zpětně vstřebán proximálními tubuly. Je důležité podotknout, že ledviny jsou velmi schopné si „ohlídat“, zda nedochází ke ztrátám životně důležitých bílkovin. Je tak udržována renální homeostáza.

Za patologické jsou považovány ztráty bílkovin nad 150 mg/24 hodin. Každopádně u různých onemocnění ledvin může být velikost proteinurie rozdílná, a proto rozlišujeme proteinurii malou do 1,5 g/24 h, středně velkou v rozmezí 1,5 – 3,5 g/24 h a velkou nad 3,5 g/24 hod. Při nefrotickém syndromu se hodnoty mohou pohybovat v rozmezí až 10-20 g/24 h. Na základě toho, zda je u ledvin poškozena glomerulární membrána nebo tubulární buňky, rozlišujeme různé typy proteinurií. (Racek a Rajdl 2021; Teplan 2006)

Dle mechanismu vzniku tedy dělíme proteinurie na prerenální, renální, které se ještě dále dělí na tubulární a glomerulární, a proteinurie postrenální.

K proteinurii prerenální dochází tak, že glomerulem proniká bílkovina, která má vyšší sérovou koncentraci a ledvinné tubuly tak nejsou schopné ji všechnu vyloučit. Jako příklad můžeme uvést Bence-Jonesovu bílkovinu. Přítomnost těchto bílkovin nemusí nutně znamenat poruchu funkce ledvin a detekční proužek je povětšinou ani nezaznamená, nicméně i tento typ, z důvodu toxicity volných řetězců imunoglobulinů, však může vést

k většímu poškození ledvin. Co se týče renální proteinurie, tak u té záleží, zda došlo k poškození tubulů nebo glomerulů. V případě porušení membrány glomerulů dochází k jejich vyšší propustnosti. Naopak u tubulární dochází k poruše vstřebávání bílkovin v tubulech a mikroproteiny nejsou tak dostatečně reabsorbovány. Jednou z příčin vzniku pak může být například otrava těžkými kovy či nežádoucí účinek některých léků. Tyto bílkoviny pro tubuly na rozdíl od velkých proteinů nejsou pro tubuly toxické. (Teplan 2020; Racek a Rajdl 2021)

Další možností dělení glomerulární proteinurie je na proteinurii selektivní a neselektivní. U selektivní je hlavní vylučovanou bílkovinou albumin, kdežto u neselektivní se vylučují i bílkoviny s vysokou molekulární hmotností, jako je například IgG, transferin, fibrinogen atd. Nicméně i tak má nejvyšší podíl mezi ostatními bílkoviny albumin. (Teplan 2020)

Stručný popis vybraných typů proteinurií je popsán v Příloze 1.

V klinicko-biochemické laboratoři se nejčastěji vyšetřuje vzorek druhé ranní moči. Je to z toho důvodu, že v prvním vzorku bývá vyšší koncentrace bílkovin. Vyšetření by se mělo provést do dvou hodin od odběru vzorku a nemělo by docházet k zbytečným prodlevám, které by mohly zapříčinit nepřesnost výsledků, a to především kvůli rozkladu buněk a pomnožení bakterií, které jsou přítomny v nesterilně odebrané moči. Vzhledem k tomu, že jsou bílkoviny v moči víceméně stálé, není nutná žádná chemická úprava a konzervace vzorku. (Teplan 2006)

2.1.2.1 Kvalitativní průkaz proteinurie

Kvalitativní průkaz proteinu v moči spočívá v detekci bílkoviny pomocí testovacího proužku. Princip tohoto testu je založen na vzniku proteinové chyby pH (acidobazického) indikátoru. Jedná se ve své podstatě o nespecifickou reakci proteinů s barevným indikátorem, např.: tetrabromfenolovou modří. V reakční zóně indikátoru je i pufr, který se podílí na konstantním udržování pH v rozmezí 3,0 – 3,5. Je-li ve vzorku přítomný například záporně nabitý albumin, pomocí svých aminoskupin se naváže na indikátor, odebere z něj vodíkové ionty a tím dojde k barevné změně ze žluté na zelenou (proto se jedná o chybu indikátoru). (Racek a Rajdl 2021)

Obrázek 2: Detekční proužek – protein

PROTEIN 60 seconds	NEG	Trace	30 mg/dL 1+	100 mg/dL 2+	300 mg/dL 3+	≥ 2000 mg/dL 4+
-----------------------	-----	-------	-------------------	--------------------	--------------------	-----------------------

Zdroj: (Mundt a Shanahan 2020)

Co se týče interferencí, tak falešně pozitivní (FP) výsledky se vyskytují v případě, že je vzorek alkalické moči vysoce pufrován, což může být následkem užívání alkalických léků nebo pokud je vzorek moči zastaralý. Pokud testovací proužek ponecháme v moči příliš dlouhou dobu, je zde riziko, že dojde k vymytí pufru z reagenčního činidla, tím vzroste pH a testovací proužek změní barvu, ačkoli samotná bílkovina není v moči přítomná. Také chlorhexidin nebo kvartérní amoniové sloučeniny, které lze využít jako dezinfekční látky, mění pH a výsledky jsou pak prezentovány jako FP. Stejně je tomu tak i u krevních substituentů, tedy např. po infuzi polyvinylpyrolidinu či během léčby fenazopyridinem.

Samotné pH nezpůsobuje interferenci, protože jak již bylo výše zmíněno, pufr v indikátoru udržuje pH konstantní. Nicméně je zde jedna výjimka, a to například v případě močové infekce, kdy mohou být hodnoty $\text{pH} > 8$. Přítomnost bílkoviny pak ověříme pomocí zkoušky s kyselinou sulfosalicylovou, která spočívá v denaturaci bílkoviny, jež se projeví vznikem opalescence až zákalem bělavé barvy.

Falešně negativní (FN) výsledky se mohou objevit v případě, že je dodán příliš zředěný vzorek moči nebo jsou-li ve vzorku nepatrně zvýšeny hodnoty jiných bílkovin než samotného albuminu. (Mundt a Shanahan 2020; iChemVELOCITY Strips. 2020)

Funkce testovacího polštářku tedy spočívá v tom, že detekuje především albumin, na který je obzvláště citlivý. Je schopen zachytit koncentrace vyšší než 100 mg/l. Nutno však podotknout, že pokud nám vyjde negativní výsledek, není vyloučeno, že ve vzorku nemohou být přítomny i jiné bílkoviny, např. Bence-Jonesova (BJ) bílkovina, mukoproteiny nebo i globuliny. Ty jsou detekovány až při vyšších koncentracích a v případě BJ bílkoviny je nutný průkaz imuno elektroforézou moči. (iChemVELOCITY Strips. 2020; Racek a Rajdl 2021)

Právě z tohoto důvodu je testování pomocí diagnostických proužků spíše orientační a pro vyšší senzitivitu a specifičnost výsledků nám poslouží kvantitativní stanovení, které je nezbytné k potvrzení pozitivních výsledků albuminu a celkového proteinu v klinické laboratoři. (Pelikánová et al. 2021; Racek a Rajdl 2021)

2.1.2.2 Kvantitativní proteinurie a albuminurie

V klinicko-biochemické laboratoři se používají citlivé metody, které jsou schopné kvantifikovat koncentraci proteinu kolem 5 mg/l, což je výrazně větší citlivost v porovnání s diagnostickými proužky. Obecně však můžeme říci, že takovéto stanovení bílkoviny

v moči je poměrně metodicky obtížné a většina metod pak ani požadované citlivosti nedosahuje, ať už se jedná například o imunoturbidimetrii, která je založena na denaturaci bílkoviny s následným stanovením intenzity výsledného zákalu, metody kolorimetrické (biuretová reakce) nebo pak metody, které spočívají v tom, že dochází k vazbě specifických barviv na bílkoviny. Příkladem může být metoda s pyrogalolovou červení.

Ovšem spíše než stanovení koncentrace, při kterém sledujeme ztráty bílkovin do moče, je v případě kvantitativního určení vhodnější metodou sběr moči za 24 hodin. Nicméně sběr jako takový může být velmi často nepřesný, neboť závisí na interindividuální variabilitě, kdy hraje roli věk a hmotnost pacienta, a také na příjmu tekutin, který poměrně značně ovlivňuje koncentraci, a to tak, že při vysokém příjmu dochází k naředění moče, tudíž koncentrace bude logicky nižší. (Racek a Rajdl 2021; Teplan 2006)

Pod pojem albuminurie si představíme únik malého množství sérového albuminu do moči, jež je prokazatelný citlivými metodami. Dochází k tomu v důsledku změn dějících se v glomerulech, a to hemodynamicko-morfologických, a tento stav může poukazovat na počínající stádium např. diabetické či hypertenzní nefropatie. Za normálních okolností u dospělého jedince nedochází ke ztrátám větším než 30 mg/24 hod. Při zvýšených ztrátách mohou hodnoty dosáhnout od 30 do 300 mg/24 hod. Právě toto vyšetření hraje důležitou roli ve včasné diagnostice ledvinného onemocnění a zahájení léčby s co možná nejlepší očekávanou prognózou. (Teplan 2020)

Měření odpadu albuminu močí je obvykle nahrazováno poměrem albumin/kreatin (ACR), díky němuž je možné zohlednit nestejný příjem tekutin. Ovšem i toto vyšetření má své nevýhody a jednou z nich může být opět již zmíněná interindividualita jedince. V tomto případě jde o množství svalové hmoty, na němž závisí vylučování kreatinu do moče a může tak zkreslovat konečné výsledky. K samotnému vyšetření je vhodný vzorek druhé ranní moči a není možné ho provést, respektive není použitelný v případě poklesu GF či poruch tubulárních funkcí. (Racek a Rajdl 2021)

2.1.3 Hematurie

Jak již z názvu vyplývá, hematurie signalizuje přítomnost červených krvinek (erytrocytů) v moči. Tento náález však primárně nemusí znamenat závažné onemocnění a může se jednat pouze o kontaminaci, kterou je třeba vyloučit. Ta může být způsobena jmenovitě u žen na počátku či na konci menstruačního cyklu menstruační krví, po porodu nebo u žen, které trpí záněty pochvy nebo mají malé ohraničené defekty děložního čípku. (Teplan 2006)

Pokud se však jedná o skutečnou hematurii, měli bychom upozornit, jelikož v tomto případě může jít o závažné onemocnění, kterým může být například nádor ledvin, glomerulonefritida či choroby urologické. (Teplan 2006)

Na základě příčiny vzniku rozlišujeme hematurii prerenální, renální a subrenální. Přehled jednotlivých příčin vzniku hematurii uvádí Příloha 2.

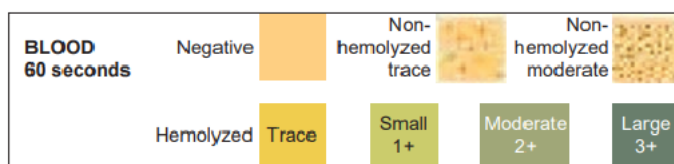
Z praktického a klinického hlediska je pak vhodné rozlišení hematurie na glomerulární (nefrologickou) a neglomerulární (urologickou). Nicméně o tom si povíme více až v kapitole morfologické vyšetření moče. (Teplan 2006)

Zdravá normální moč je čirá a zbarvena „slámově“ žlutě. Makroskopicky viditelná hematurie se projeví červeným zbarvením moče a je možná i přítomnost zákalu. Barevná změna však může být způsobena například i stravováním, a to po červené řepě nebo při užívání léků, zejména sulfonamidů nebo rifampicinu. Proto samotnému zbarvení a zákalu nepřikládáme při vyšetření takovou hodnotu. (Racek 2006)

Nicméně i tak může makroskopická hematurie ukazovat na přítomnost močových konkrementů v močových cestách (urolitiázu), zhoršení průchodnosti močové trubice (stenóza uretery), na infekce močových cest či na případné úrazy, kdy mohlo dojít k poranění ledvin. Dále je pak patrná při koagulopatiích (včetně předávkování léky s antikoagulačním účinkem) či trombocytopeniích. (Monhart a Hamplová 2009)

Chemická metoda testování přítomnosti krve v moči pomocí detekčních proužků je založena na průkazu hemu. Ten katalyzuje štěpení organického peroxidu, ze kterého se uvolňuje kyslík, jehož úkolem je oxidace detekční barvy tedy bezbarvého chromogenu na modrozelené barvivo. (Racek a Rajdl 2021)

Obrázek 3: Detekční proužek – krev



Zdroj: (Mundt a Shanahan 2020)

Při chemickém vyšetření krve v moči mohou vzniknout různé interference, které mohou ovlivnit výsledek pacienta a vznikají pak falešně pozitivní (FP) a falešně negativní (FN)

výsledky. Obecně oxidační činidla, kterými mohou být například dezinfekční prostředky, konkrétně chlornan nebo chloramin, konzervační látky jako je formalín nebo i hemoproteiny jako je myoglobin či volný hemoglobin se mohou podílet na vzniku falešně pozitivních výsledků. Naopak falešně negativní výsledky pak mohou způsobit redukční činidla, nejčastěji vitamín C (kyselina askorbová), ale i kyselina močová nebo třeba glutathion. Při vysokých koncentracích dusitanů se samotná reakce může zpomalit. Naopak pH tuto reakci nijak neovlivňuje. (iChemVELOCITY Strips. 2020)

Pokud nám při chemickém vyšetření pomocí testovacích proužků vyjde krev pozitivní, nedokážeme vyhodnotit, zda byla způsobena přítomností hemoglobinu (hemoglobinurie), myoglobinu (myoglobinurie) nebo samotných erytrocytů. Důvod je právě to, že je tato metoda založena na detekci hemu, tudíž je proužek citlivý ke všem zmíněným parametrům. Proto je nutné, abychom tuto skutečnost ověřili mikroskopicky. (Teplan 2006)

Hemolýza neboli rozpad červených krvinek za současného uvolnění hemoglobinu je právě jednou z příčin vzniku hemoglobinurie, kdy detekujeme v moči volný hemoglobin. Nejčastější příčinou myoglobinurie pak je tzv. rhabdomyolýza, při které dochází k velkému uvolnění myoglobinu z již mrtvých (nekrotických) buněk svalové tkáně. Ta pak může být zapříčiněna nadměrnou fyzickou zátěží, diabetickou ketoacidózou či různými myopatiemi. (Monhart a Hamplová 2009)

Nutno podotknout, že akutní selhání ledvin může být způsobeno právě masivní přítomností hemoglobinu a myoglobinu v moči a to tak, že dojde k obstrukci tubulů či toxickému působení na tubulární buňky. (Racek a Rajdl 2021)

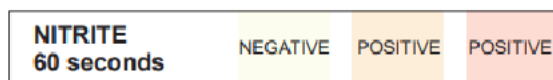
2.1.4 Průkaz nitritů

Průkaz nitritů slouží k detekci dusitanů v moči a tím i nepřímo ke stanovení bakterií, které v moči dusitany tvoří. Mezi běžné organismy, které se mohou podílet na vzniku infekcí ledvin a močových cest, patří z 80 % gramnegativní bakterie například *Escherichia coli*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Klebsiella* nebo *Proteus*, které produkují enzymy podílející se na redukci dusičnanů na dusitany. Právě tohoto principu v samotném chemickém testu využíváme. (Mundt a Shanahan 2020)

Podmínkou, která musí být splněna, aby k chemickému testu mohlo dojít, je to, že moč musí být v močovém měchýři inkubována minimálně čtyři hodiny. Na základě toho lze usoudit, že ideálním vzorkem bude první ranní moč. (Mundt a Shanahan 2020)

Princip testu spočívá v Griessově reakci, kdy v moči dochází k reakci dusitanů s kyselinou sulfanilovou za vzniku diazoniové sloučeniny a následného vzniku azobarviva. V případě přítomnosti dusitanů má reagenční proužek výsledné zbarvení růžově-červené. (Mundt a Shanahan 2020)

Obrázek 4: Detekční proužek – nitrity



Zdroj: (Mundt a Shanahan 2020)

Některé bakterie, které netvoří dusitany, nebo například i grampozitivní bakterie nejsou pomocí tohoto testu detekovány. (Mundt a Shanahan 2020)

FN výsledky se mohou objevit u pacientů, kteří hladoví ať už před plánovanou operací, u které je to nezbytné, tak například jedinci s poruchami příjmu potravy, tedy trpící anorexií nebo také při parenterální (intravenózní) výživě. Hlavním zdrojem nitrátů v potravě je zejména zelenina, nicméně dalším zdrojem jsou konzervované potraviny, uzeniny, maso, tvrdé sýry, ryby nebo i nekontrolovaný zdroj pitné vody. FN výsledky se mohou též vyskytnout v případě silné diurézy, která je spojená s velmi častým močením nebo při léčbě antibiotiky. Při velkém příjmu vitamínu C, který sám o sobě snižuje citlivost testu, dochází opět ke vzniku FN hodnot. Naopak FP hodnoty se objevují například u léků, které vlivem kyselého prostředí mění zbarvení do červena nebo u potravinářských barviv či léčebných pigmentů. (Combur¹⁰ Test M 2020; Forejt 2008)

Za zmínku stojí i možný vliv oxidů dusíku v atmosféře, které mohou mít vliv na stabilitu testu. (Combur¹⁰ Test M 2020)

2.1.5 Průkaz leukocytů

Pojem leukocytourie označuje přítomnost bílých krvinek v moči pacienta a je zde i možnost výskytu společně s bakteriurií či pyurií (obsah hnisu v moči). Většinou bývá přítomna zejména u infekcí močových cest ať už horních či dolních. Na vzniku infekcí se nejčastěji podílejí bakterie, jako jsou například *Escherichia coli*, enterokoky, ureoplazmata, dále pak i kvasinky, trichomonády, chlamydie, gonokoky. Mezi nejvíce se vyskytující infekce řadíme záněty močové trubice, močového měchýře (zejména u žen), ledvinné pánvičky či záněty ledvinné tkáně.

Nicméně to neznamená, že by se nemohla vyskytnout u jiných patologických stavů. Příkladem může být poškození nebo poranění močových cest či ledvin ať už podáváním léků, během cévkování při odběru moče nebo i během pohlavního styku. Dále se pak leukocyty v moči objevují u těhotných žen, u pacientů s cukrovkou nebo u pacientů trpících ledvinovými kameny. Také při autoimunitních onemocněních, které postihují ledviny, jako je např. SLE (systémový lupus erythematoses), při vezikoureterálním refluxu, kdy dochází ke zpětnému návratu moči z močového měchýře do močovodu či i do ledvin, nebo při nádorových onemocněních močových a pohlavních cest. (Holmannová 2018)

Některé příčiny vzniku leukocyturie se zaměřením na konkrétní onemocnění popisuje blíže Příloha 3.

Nejčastěji vyskytujícím se typem bílých krevních buněk v moči jsou neutrofilní granulocyty, které se za fyziologických podmínek vyskytují pouze v nízkém počtu. Screening infekcí močových cest se provádí v kombinaci s průkazem nitritů a hodnocením pH. Nejlepších výsledků pak dosáhneme vyšetřením vzorku čerstvé ranní moči, která nebyla zcentrifugovaná a je uchovávána při pokojové teplotě. Přesnější může být vyšetření vycévkované moči, což je zcela sterilní moč získaná z močového měchýře. (Mundt a Shanahan 2020)

Chemické vyšetření pomocí testovacích proužků spočívá na detekci leukocytární esterase. Tato esterase štěpí ester indoxylu, který je obsažen v detekčním políčku, a po uvolnění indoxylu dochází k reakci s diazoniovou solí. Pozitivní reakce vytvoří změnu v podobě fialové barvy, a to od levandulové až po sytější odstín fialové s udávaným rozsahem od hodnot stopových (zanedbatelných) po hodnoty velké. (Mundt a Shanahan 2020; Combur¹⁰ Test M 2020)

Obrázek 5: Detekční proužek – leukocyty



Zdroj: (Mundt a Shanahan 2020)

FP hodnoty během chemického vyšetření mohou být způsobeny silně oxidačními činidly, a to zejména dezinfekčními přípravky při čištění odběrové nádoby, dále u žen v důsledku kontaminace vaginálním výtokem nebo některými konzervačními prostředky, jako je

formaldehyd (formalín). Interferují i léky, a to ty, které obsahují imipin, meropen nebo kyselinu klavulanovou. V opačném případě, tedy k FN výsledkům, dochází při zvýšeném vylučování bílkoviny a glukózy. Jejich vyšší hladina přispívá ke zvýšení specifické hmotnosti a v tomto prostředí pak nejsou leukocyty schopny vylučovat esterázu. Opět i zde mohou tento test narušit některé léky, a to konkrétně ty, které řadíme do skupiny cefalosporinů, dále cefalexin, tetracykliny, gentamicin nebo také některé chemické látky, jako je kyselina askorbová či kyselina šťavelová. (Combur¹⁰ Test M 2020; Mundt a Shanahan 2020)

V močovém sedimentu pak můžeme identifikovat jednotlivé druhy leukocytů. Konečná diagnóza je stanovena až po mikrobiologickém vyšetření, kdy je provedena kultivace a citlivost bakterií. (Racek a Rajdl 2021; Teplan 2006)

2.2 Morfologické vyšetření moči

Morfologické vyšetření moči neboli vyšetření močového sedimentu je nedílnou součástí semikvantitativní analýzy moči. Společně s chemickým vyšetřením se vzájemně doplňují a v případě potřeby slouží k objasnění, potvrzení a dourčení výsledného nálezu u pacientů, u nichž je nejasná příčina vzniku onemocnění ledvin a močových cest. (Cavanaugh a Perazella 2019; Beňovská et al. 2016)

V poslední době však z důvodu automatizace samotná manuální mikroskopie upadá. Automatizované vyšetření je založeno na principu softwarové analýzy přenosu mikroskopického obrazu, který získáme pomocí digitální kamery, nebo prostřednictvím průtokové cytometrie, jež je v poslední době velmi rozšířenou metodou. (Chien et al. 2007)

Nicméně kvalitně provedené mikroskopické vyšetření močového sedimentu může poskytnout důležité informace, které při automatickém vyšetření obvykle nejsou dostupné. Je proto důležité se zaměřit na morfologii buněk, jelikož jejich správná identifikace se může uplatnit například při rychlé diagnóze akutního či chronického onemocnění ledvin. Nutno podotknout, že pro některé nefropatie je nález velice specifický. Dále je pak močový sediment užitečný při hodnocení pacientů s akutním poškozením ledvin a obecně u pacientů, kterým při chemickém vyšetření moči vyšel pozitivní nález proteinurie, hematurie nebo leukocyturie. (Cavanaugh a Perazella 2019)

Pro správné a kvalitní morfologické vyšetření je důležité splňovat určité podmínky při odběru a následném zpracování vzorku. Pacient by před samotným odběrem měl omezit

příjem tekutin, aby se předešlo riziku snížení koncentrace bílkovin v moči či počtu buněčných elementů. Za zmínku stojí i důležitost v rámci hygienických opatření, kdy je třeba důkladně umýt a usušit zevní ústí močové trubice a snížit tak riziko přímísení jiných elementů, a to konkrétně například z genitálu. Toto riziko je zvýšené zejména u žen. (Teplan 2020)

Pokud chceme zabránit degradaci válců a buněk, případně i kontaminaci mikroby ze zevního prostředí, měl by být vzorek zpracován nejpozději do hodiny od odběru. Vyšetření se provede tak, že určité množství moči, např. 4 ml, se odstředí po dobu 5 minut minimálně při 1500 otáčkách. Následně se odstraní supernatant a zbytek moči se resuspenduje a následně se kapka nanese na standardizované sklíčko. (Cavanaugh a Perazella 2019)

Pole sedimentu se vyšetří při zvětšení 400x, a to buď v nativním vzorku, nebo v obarveném vzorku. Používá se barvení dle Sternheimera, kdy k močovému sedimentu přidáme v poměru 1:10 dvousložkovou barvou, kterou je alciánová modř a červeně pyronin-B v poměru 1:1. Díky barvení se ve vzorku zdůrazní jádra, buněčné membrány a další struktury. (Beňovská et al. 2016)

Chceme-li povést podrobnější vyšetření močového sedimentu, lze kvantitativně hodnotit nález erytrocytů, leukocytů a válců na základě sběru moči za přesně dané časové období. Jsou k dispozici hned dva způsoby, a to sběr moči dle Addise, kdy se jedná o sběr za 10 hodin a přepočítává se na 24 hodin, nebo dle Hamburgera, kdy je sběr moči proveden pouze za 3 hodiny a následně se vyloučený počet elementů vyjádří v jednotkách za sekundu nebo za minutu. Vyšetření podle Addise se však již nedoporučuje, protože během dlouhého sběru může dojít k rozpadu buněk a válců (Teplan 2020)

2.2.1 Buňky

V této kapitole se zaměříme na jednotlivé buněčné elementy, které se mohou v močovém sedimentu objevit, a zároveň zmíníme některé patologické stavy, které s daným výskytem mohou souviset.

2.2.1.1 Erytrocyty

Za normálního fyziologického stavu se erytrocyty nevyskytují, proto jejich přítomnost značně poukazuje na určitý druh patologie.

Erytrocyty se v močovém sedimentu nacházejí nejčastěji z uvedených buněčných elementů a patří k nejmenším buňkám dosahující velikosti 6-7 μm . Mají typický bikonkávni tvar s projasněním uprostřed a jsou bezjaderné. Takto normální zdravé erytrocyty se označují

jako eumorfni. Naopak erytrocyty, které jsou deformované kvůli průchodu přes glomerulární membránu a dostávají se do moče poškozené s tvarovými odchylkami, označujeme jako dysmorfni. Pokud se erytrocyty dostávají do moče jinými cestami, označujeme je jako izomorfni. (Beňovská et al. 2016)

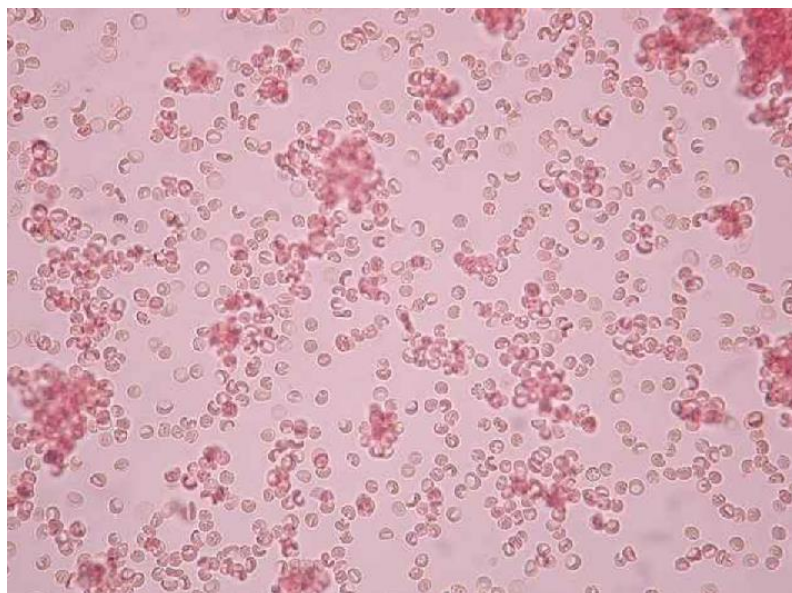
Dysmorfni erytrocyty hrají důležitou roli v diagnostice, neboť poukazují na poškozenou membránu glomerulů. To může být u glomerulonefritidy a jiných onemocnění ledvin. Právě pro ni jsou typické například akantocyty, které jsou charakteristické svými měchýřkovitými výběžky a zesílenou membránou. Pokud je jejich celkový počet v počtu hodnocených erytrocytů vyhodnocen jako 5 % a více, diagnózu je možné téměř potvrdit. (Kubáč 2002)

Dysmorfni erytrocyty mohou být různé. Jejich tvar může být „vykousnutý“, mohou vypadat „pomačkaně“, „děravě“, anebo mohou být tzv. „pneumatikového“ tvaru, ty se pak konkrétně označují jako kodocyty.

Tvarové vlastnosti erytrocytů jsou pak nejlépe viditelné a vhodné k posouzení při mikroskopickém vyšetření močového sedimentu ve fázovém kontrastu.

Při vyhodnocování výsledků pak hodnotíme cca 100 erytrocytů a posuzujeme, z kolika procent se jedná o erytrocyty dysmorfni nebo izomorfni. Je-li přítomno nad 80 % dysmorfni, je hematurie považována za glomerulární. V případě, že je nad 80 % erytrocytů izomorfni, jedná se o neglomerulární typ, nicméně to nevylučuje možnost intrarenální příčiny. Další podrobné vyšetření je nedílnou součástí správné diagnostiky, neboť se může značně podílet na samotném odhalení dané příčiny. (Teplan 2006)

Obrázek 6: *Dysmorfni erythrocyty*



Zdroj: (Kubáč 2002)

2.2.1.2 Leukocyty

Je-li leukocyturie prokázána chemicky, pak je močový sediment vhodný k rozlišení druhů leukocytů, jelikož každý druh může poukazovat na něco jiného. (Racek a Rajdl 2021)

Ze skupiny leukocytů jsou nejvíce v močovém sedimentu zastoupeny neutrofilní granulocyty. Jsou to buňky dosahující velikosti 10-12 μm , jež mají typické segmentované granulované jádro uprostřed. Ty se v močovém sedimentu objevují v případě bakteriálních zánětů močových cest nebo ledvin.

Doprovodné nálezy nám mohou pomoci v určení místa, na kterém zánět probíhá. Je-li v moči současně přítomna bílkovina a válce, jedná se o infekci ledvin, naopak jsou-li v moči přítomné přechodné epitelie jde o infekci vývodných cest močových. (Kubáč 2002)

Mezi příčiny leukocyturie infekčního původu řadíme například pyelonefritidu, cystitidu, a naopak mezi neinfekční můžeme zařadit autoimunitní onemocnění. I neinfekční infekce může být příčinou vzniku neutrofilní leukocyturie, která je způsobena např. *Trichomonas vaginalis*, *Candida* species a herpetickými viry. (Racek a Rajdl 2021; Teplan 2006)

Co se týče barvení buněk v sedimentu, rozlišujeme je na základě barevných změn buněčného jádra. Pokud mají buňky poškozenou cytoplazmatickou membránu, dojde k tomu, že se modré barvivo, v tomto případě alcianová modř, dostane přes membránu

buňky a výrazně obarví jádro. V případě, že je buňka nepoškozená, jádro se neobarví. Výjimka může nastat tehdy, kdy se jedná o staré, velmi poškozené leukocyty, které se rozpadají, tudíž jejich rozpadlé jádro zůstane taktéž neobarvené. (Kubáč 2002; Beňovská et al. 2016)

Nativní mikroskopický preparát (nebarvený) je použitelný pouze v případě hodnocení polymorfonukleárních leukocytů. Použitím fázového kontrastu lze zvýšit jejich rozpoznávání. Jsou typické pro své trojlaločnaté jádro, které lze ještě lépe zobrazit, využijeme-li barvení dle Löfflera metylenovou modří. (Teplan 2006)

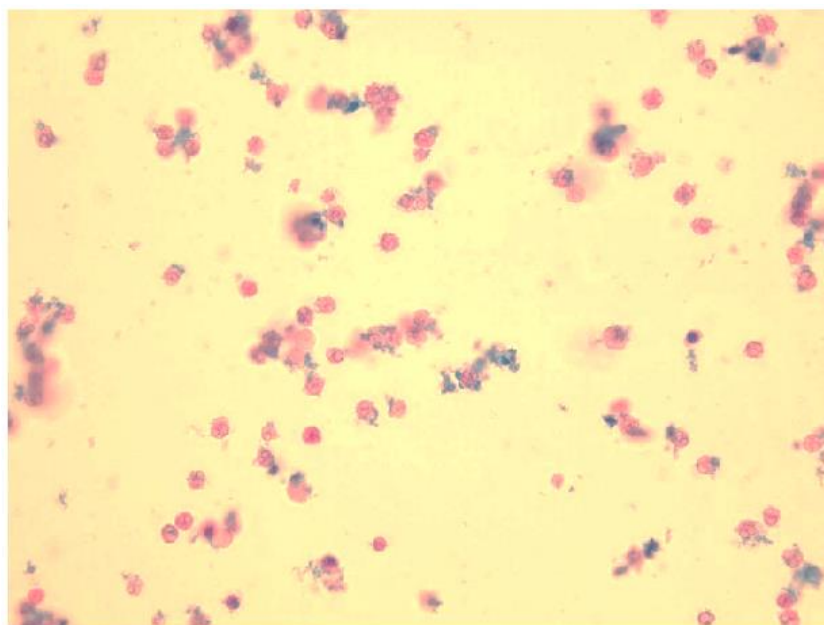
Během chemického vyšetření nejsou detekovány všechny druhy leukocytů. Vyšetření, které je zaměřené na mononukleární leukocyty, je velice důležité zejména u pacientů s akutní rejekcí transplantované ledviny. Stejně tak je možné v moči detekovat například lymfocyty, které taktéž poukazují na rejekci.

V moči se mohou vyskytovat i makrofágy, což jsou aktivované monocyty mající jedno nesegmentované jádro. Jejich hlavní role spočívá v imunitní reakci, kdy prostřednictvím fagocytózy pohlcují erythrocyty, tukové kapénky anebo také krystaly, které jsou pak viditelné v jejich cytoplazmě.

Dalším typem buněk mohou být tzv. „třpytivé buňky“, které je možné vidět v hypotonické moči. Poznají se tak, že zbytek organel uvnitř neutrofilního granulocytu vykonává tzv. Brownův pohyb. Někdy může nastat stav, kdy u těchto buněk dojde k prasknutí buněčné stěny s následným vylitím cytoplazmy. Konkrétně pacienti s intersticiální nefritidou mohou být příkladem tohoto nálezu. U intersticiální nefritidy a ateroembolické choroby mohou být taktéž nalezeny eozinofily, kdy je však jejich přítomnost detekovatelná pouze po speciálním barvení podle Hansela. (Beňovská et al. 2016)

Opět i v tomto případě je důležité dbát na zásady správného odběru, jelikož při jejich nedodržení může vzniknout nepoměr mezi množstvím jednotlivých buněčných elementů. Například pokud odebereme první proud moči, mohou se ve vyšším množství objevit dlaždicové epitelie, jelikož ihned zpočátku močení dochází k jejich odlupování. Pokud necháme vzorek moči po dlouhou dobu stát v teple, mohou se v něm pomnožit bakterie. To vše pak vede k interferencím a nepřesným výsledkům. (Kubáč 2002)

Obrázek 7: *Leukocyty (granulocyty)*



Zdroj: (Beňovská et al. 2016)

2.2.1.3 Tubulární epitelie

Obecně pod pojmem epitelie si můžeme představit buňky, které kryjí vnitřní nebo vnější povrch organismu. Tyto buňky se odlupují z epitelové výstelky močových cest a mohou se takto dostávat do moče. Na základě místa, ze kterého buňky pochází, mají odlišný patologický i morfolologický význam. (Beňovská et al. 2016; Kubáč 2002)

Renální tubulární epitelie jsou buňky trojúhelníkového tvaru (polyedrické) s excentricky uloženým nesegmentovaným jádrem odlupující se z jednovrstevné výstelky tvořící ledvinné tubuly, které se v organismu podílí na regulaci homeostázy. Ve zdravé moči se tyto buňky nikdy nenachází, proto je jejich nález vždy patologický.

Morfologie buněk se vyznačuje značnou pestrostí, a proto je nutné zvýšit pozornost při jejich určování, aby se předešlo záměně za leukocyty nebo také za přechodné epitelie. Tento druh záměny je považován za hrubou chybu.

Pro odlišení, přechodné epitelie jsou oválného tvaru a jejich kulaté jádro je uloženo centricky. Leukocyty jsou pro změnu menší se segmentovaným jádrem, které je rovněž uloženo centricky.

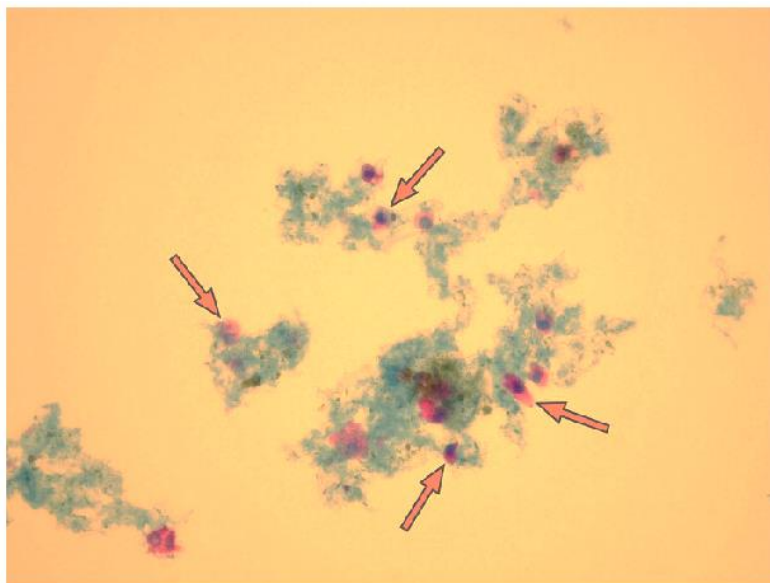
Dále je možno je odlišit dle místa, kde se nachází. Pokud se tyto buňky nachází v blízkosti glomerulů, jejich tvar je kubický a jejich velikost je podstatně menší než u buněk, které se vyskytují v distálních částech vývodných kanálků, jejichž tvar je plochý.

Pokud dojde k toxickému poškození či hypoxii, renální tubulární epitelie se kvůli jejich zvýšené citlivosti objeví v moči dříve než jiné markery, jako je například vzrůst hodnot kreatininu v séru. Proto se jejich přítomnost v močovém sedimentu dá považovat za časný ukazatel poškození ledvin a jejich nález je tak důležitý ve včasné diagnostice a zachycení onemocnění. (Kubáč 2002)

Pokud dojde k těžkému poškození tubulů, epitelie se mohou fragmentovat a tvořit tzv. shluky buněk ze sběrných kanálků. To je charakteristické tím, že se odlupují celé velké pláty renálních epitelii. Tento nález je velmi závažný a poukazuje skutečně na výrazné poškození. (Beňovská et al. 2016)

Obecně se tento nález uplatňuje při diagnostice akutní tubulární nekrózy, pyelonefritidy, virové infekce, lékové toxicity či otravy těžkými kovy. (Queremel Milani a Jialal 2022)

Obrázek 8: *Tubulární epitelie*



Zdroj: (Beňovská et al. 2016)

2.2.2 Válce

Válce by se daly charakterizovat jako koagulum, které vzniká v ledvinných tubulech po precipitaci tzv. Tamm-Horsfallova glykoproteinu. Jedná se ve své podstatě o odlitky tubulů uvolňující se do moče, které vznikají zejména při změnách pH, zvláště kyselého, nebo pokud se zvýší koncentrace plazmatických bílkovin. Také dehydratace nebo přílišná zátěž organismu může vést k jejich vzniku. Zachovávají si tvar tubulu, ze kterého pochází, jejich vnější linie je definovaná a mají zakulacené konce. Běžné válce se právě v závislosti rozdílného pH mohou rozpustit, a to v rozmezí 10-30 minut. Proto je důležité udělat příslušná vyšetření včas. (Queremel Milani a Jialal 2022)

Během doby precipitace se všechnen materiál, který je v ten okamžik přítomen v tubulu, stane součástí matrix válce. Na základě této skutečnosti rozlišujeme válce na různé typy, a to válce bakteriální, erytrocytární, leukocytární a renální tubulární. Všechny tyto typy válců vždy poukazují na závažné poškození ledviny. (Kubáč 2002)

Mezi další typy válců řadíme válce buněčné, granulované, voskové, tukové, bakteriální a směsné. Jejich klasifikace závisí na tom, která z částí tvoří více než 1/3 jejich objemu. Například pokud tvoří 2/3 válce granula a zbylá část je spíše vosková, pak ho řadíme jako granulovaný. V závislosti na tom, jak dlouho se válec v tubulu udržuje, se může postupně vyvíjet, a to z buněčného válce, přes granulovaný až po voskový.

Pouze malý výskyt hyalinních válců v močovém sedimentu může být považován za fyziologický. V ostatních případech se vždy jedná o patologii. (Beňovská et al. 2016)

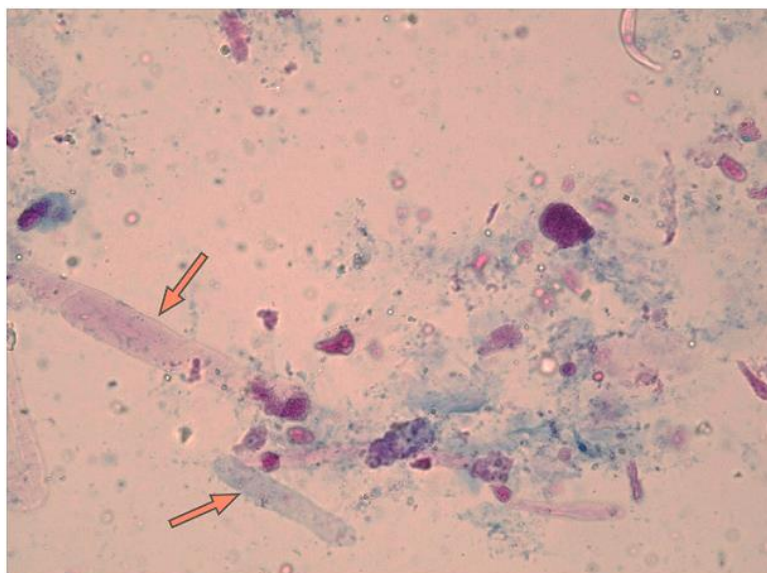
2.2.2.1 Válce hyalinní

Jedná se o válce, které jsou tvořeny čistým Tamm-Horsfallovým glykoproteinem. Jako jediné se v malém množství mohou vyskytovat v moči i za fyziologických podmínek.

V nativním, tedy nebarveném preparátu jsou velice špatně viditelné, a to díky jejich složení. Přítomnost drobné granulace a následné barvení, které zvýrazní jejich matrix, může jejich viditelnost zvýšit a jsme pak schopni detekovat jejich přítomnost.

Speciálním typem hyalinního válce je cylindroid. Jedná se o válec s typickou strukturou, z jehož konce se uvolňuje „hlenové vlákno“ a je bez většího patologického významu. (Kubáč 2002)

Obrázek 9: *Hyalinní válce*



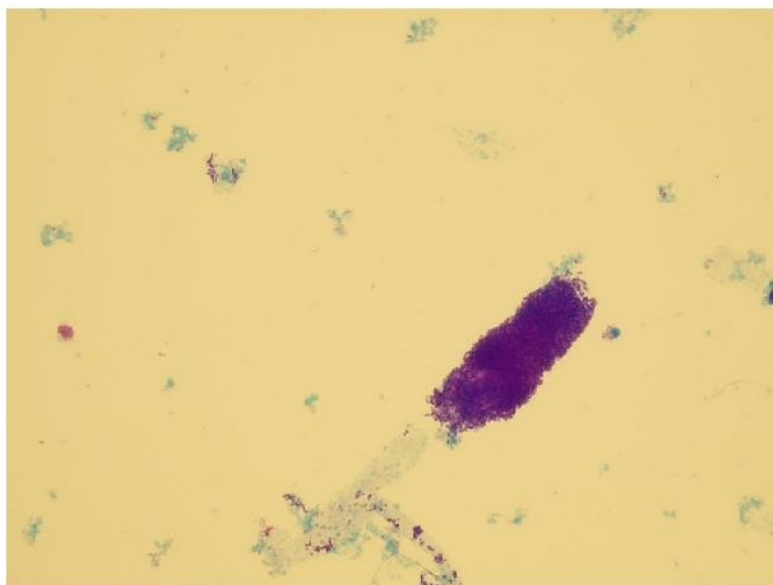
Zdroj: (Beňovská et al. 2016)

2.2.2.2 Válce granulované

Po delší době, kterou válec stráví v ledvinném tubulu, se v něm tvoří granula, která vznikají právě v závislosti na postupném rozbití membrán buněk, které jsou součástí válců nebo tubulů. Jednodušeji můžeme říci, že vznikají postupně degradací buněčného materiálu, který se nachází v jejich matrix. V malém množství mohou vzniknout i při výraznější fyzické zátěži. (Kubáč 2002)

Granulace může být výrazně hrubá s přítomností zbytku buněk až velmi jemná, přecházející do voskové struktury. Větší počet těchto válců opět považujeme za silně patologický. (Beňovská et al. 2016)

Obrázek 10: *Granulovaný váleček*



Zdroj: (Beňovská et al. 2016)

2.2.2.3 Válce ostatní

Další skupinou válců jsou válce buněčné. Jak již výše bylo zmíněno, buněčné válce dělíme na základě buněk, které jsou součástí jejich matrix, a to na leukocytární, erytrocytární a renální tubulární. Nastane-li situace že nedokážeme buňky vyhodnotit, klasifikujeme je pouze jako buněčné. (Beňovská et al. 2016)

Zmíníme-li válce leukocytární, jedná se o vzácný typ na rozdíl od samotných leukocytů, které se v moči vyskytují poměrně často. Dají se rozeznat dobře, jsou-li uvnitř přítomné buňky, které mají segmentované jádro. Jsou zvláště typické pro bakteriální intersticiální nefritidu.

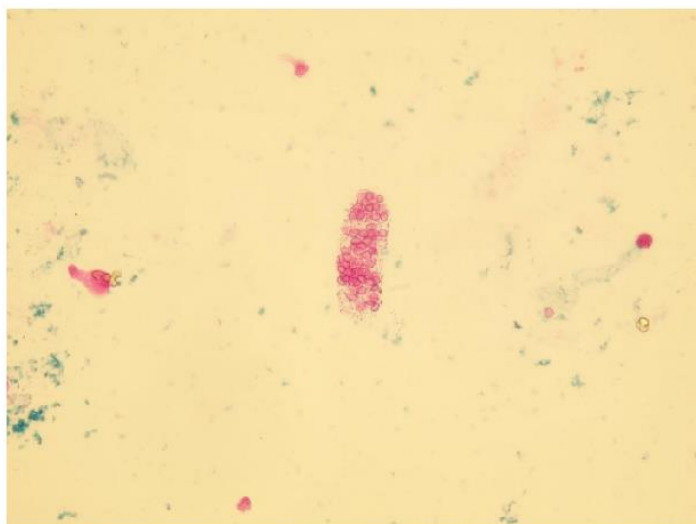
Obrázek 11: *Leukocytární válec*



Zdroj: (Beňovská et al. 2016)

Erytrocytární válce jsou typickým nálezem pro glomerulonefritidu. Nicméně je těžké je včas zachytit, jelikož jsou křehké a transport do laboratoře je pro ně náročný. Proto se u pacientů s podezřením doporučuje odběr moči přímo v laboratoři, kdy je moč naprosto čerstvá.

Obrázek 12: *Erytrocytární válec*

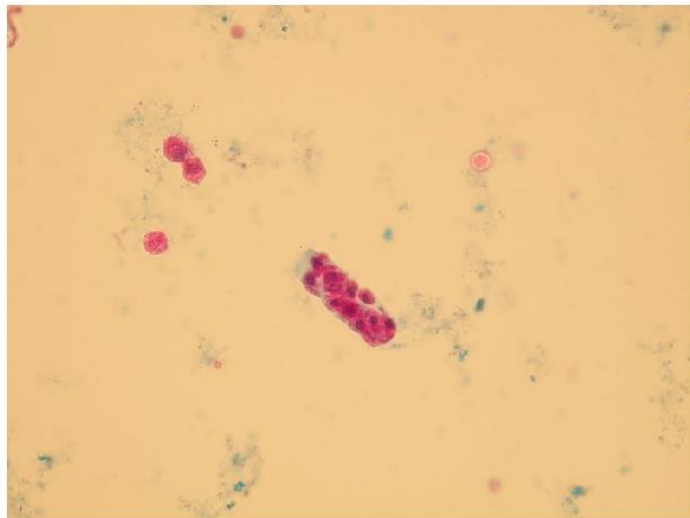


Zdroj: (Beňovská et al. 2016)

Renální tubulární válce nalezneme v močovém sedimentu při toxickém nebo ischemickém poškození ledviny. Jsou tedy závažným, ale zároveň vzácným nálezem. Jsou dobře

detekovatelné pouze v případě, je-li uvnitř válce hranatá buňka s kulatým jádrem. (Kubáč 2002)

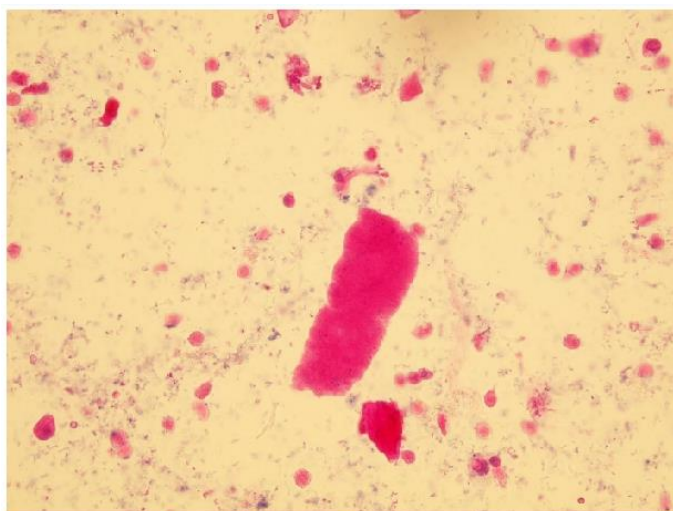
Obrázek 13: *Renální tubulární válec*



Zdroj: (Beňovská et al. 2016)

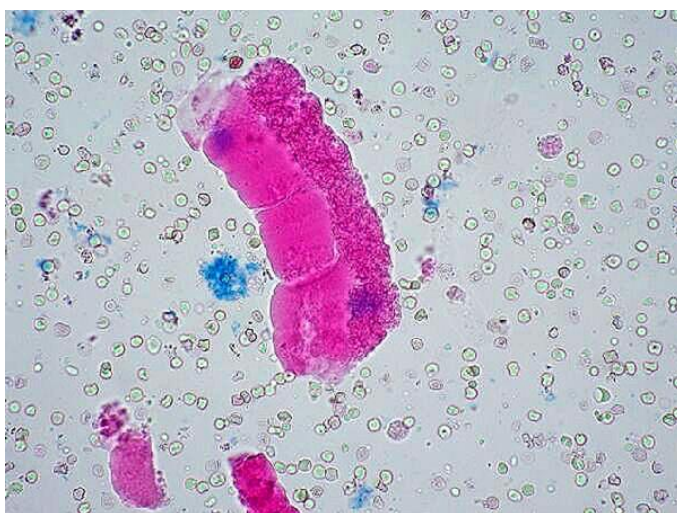
Dojde-li k dalšímu rozkladu buněk, které zbydou v matrix válce, postupně se ztrácí jejich vnitřní struktura a dává tak vzniknout voskovým válcům. Vytvoří se v ledvině několik hodin, proto jsou často spojeny s oligurií či anurií. Právě i díky této skutečnosti považujeme přítomnost těchto válců v moči za nejzávažnější a bývají v souvislosti s chronickým onemocněním ledvin označovány jako „válce renálního selhání“. Co se týče morfologie, válce bychom mohli zařadit mezi nejširší s homogenní strukturou. Mají oba konce nepravidelně zlomené a mohou být zčásti tvořeny granulovaným válcem. Indikují velmi silné poškození tubulů. (Beňovská et al. 2016)

Obrázek 14: *Voskový válec*



Zdroj: (Beňovská et al. 2016)

Obrázek 15: *Přechod granulovaného válce do voskového*

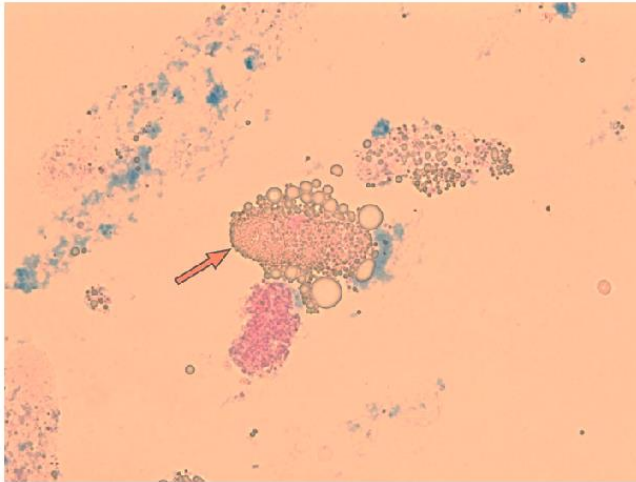


Zdroj: foto pořízeno Ing. Ivanou Hupákovou, ÚKBH FN Plzeň

Pokud je poškozena glomerulární membrána, a to takovým způsobem, že přes ni projde určité množství proteinů, je velká pravděpodobnost, že pacient trpí nefrotickým syndromem. Organismus syntetizuje velké proteiny, které nejsou schopné projít přes glomeruly. Jedním z největších je tzv. apolipoprotein B. Tito pacienti mají obecně zvýšenou i hladinu krevních lipidů. Tukové částice se poté dostávají do moče a v močovém sedimentu jsou pak pozorovatelné jako tukové kapky. Pokud jsou tyto kapky zachyceny tubulárními epitelii a dostanou se takto do moči, nazýváme je jako tuková tělíska. V neposlední řadě, jsou-li

v tubulech vhodné podmínky pro vznik válců a dostane-li se do jejich matrice tukový materiál, je to ideální situace právě pro vznik tukových válců. Ty mohou vznikat při již výše uvedeném nefrotickém syndromu, při renální insuficienci nebo u diabetiků a po intoxikaci rtuťí. (Kubáč 2002; Queremel Milani a Jialal 2022)

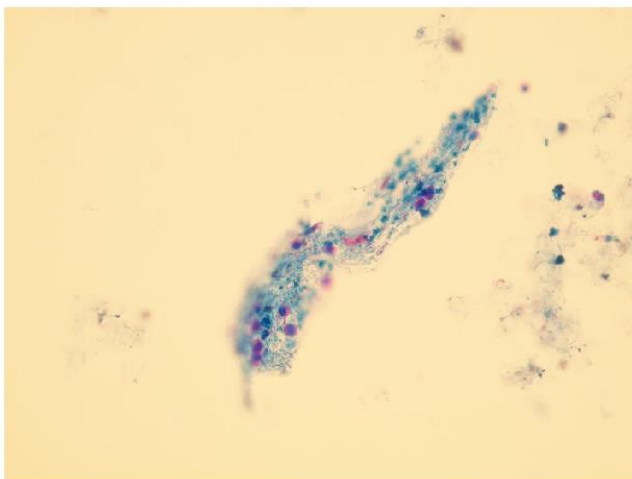
Obrázek 16: *Tukový válec*



Zdroj: (Beňovská et al. 2016)

Bakteriální válce jsou v současné době považovány za velice vzácný nález vzhledem k hojně rozšířenému používání antibiotik. Pro jejich vznik je nezbytný velký zdroj bakterií nacházejících se v ledvině s následnou bakteriurií a dostatek proteinů společně s výskytem leukocytů či leukocytárních válců. Tento stav může nastat v případě intersticiální bakteriální nefritidy nebo při pyelonefritidě. (Kubáč 2002)

Obrázek 17: *Bakteriální válec*



Zdroj: (Beňovská et al. 2016)

PRAKTICKÁ ČÁST

3 CÍL A ÚKOLY PRÁCE

3.1 Hlavní cíl

Hlavním cílem této části práce je posoudit, zda vyšetření močového sedimentu, tedy morfologické vyšetření moči, by mělo být i nadále nedílnou součástí vyšetření u onemocnění ledvin nebo zdali je možné od něj upustit a postačí pouze chemické vyšetření moči, které je rychlejší a dostupnější.

3.2 Dílčí cíle

1. Porovnat výsledky chemického vyšetření krve a morfologického vyšetření na přítomnost erytrocytů v moči.
2. Porovnat výsledky chemického vyšetření leukocytů a morfologického vyšetření na přítomnost leukocytů v moči.
3. Porovnat výsledky chemického vyšetření nitritů s chemickým vyšetřením leukocytů a s morfologickým vyšetřením na přítomnost leukocytů v moči.
4. Porovnat výsledky chemického vyšetření na alkalické pH a morfologického vyšetření na přítomnost leukocytů v moči.
5. Porovnat výsledky nálezů granulovaných válců v močovém sedimentu a chemického vyšetření krve a leukocytů.
6. Porovnat výsledky nálezů tubulárních epitelů v močovém sedimentu a chemického vyšetření krve a leukocytů.

Všechny výsledky vyšetření u vybraných pacientů jsem obdržela zcela anonymizované.

4 CHARAKTERISTIKA SLEDOVANÉHO SOUBORU

Ke statistickému zhodnocení a porovnání výsledků jsme využili souboru 4280 pacientů, kteří měli vyšetřenou moč během jednoho měsíce ve Fakultní nemocnici v Plzni v lednu roku 2022.

Z celkového množství 4280 vyšetřených pacientů jsme vytřídili 3404 pacientů, u kterých bylo provedeno chemické vyšetření a zároveň i vyšetření močového sedimentu, abychom mohli správně vyhodnotit výsledky. U pacientů, u kterých došlo například k atypické reakci nebo u nich nebyly provedeny oba druhy vyšetření, bylo nutné ze souboru vyřadit.

5 METODIKA PRÁCE

V praktické části práce jsme se zaměřili na porovnání chemického a morfologického vyšetření moče. Vyšetření bylo provedeno na analytickém systému pro chemické i morfologické vyšetření moči firmy Beckman Coulter (Brea, USA). Část pro chemické vyšetření je založena na odečtu zbarvení diagnostických proužků reflexní fotometrií (Urine Chemistry System iChem VELOCITY), část pro morfologické vyšetření moči provádí automatickou analýzu obrazu (Urine Microscopy System iQ200 SPRINT).

Obrázek 18: *Urine Microscopy System iQ200 SPRINT*



Zdroj: *vlastní*

Reflexní fotometrie je založena na principu, kdy dochází k odrazu záření od stejně zbarvené podložky. Jakmile dojde ke styku se vzorkem obsahující vodný roztok, dojde k reakci se suchým činidlem (v našem případě s testovacími proužky). Následně se odečítá intenzita odraženého světla, a to při různých vlnových délkách. Systém iChem VELOCITY dokáže mimo jiné také stanovit barvu a zákal. Díky tomu je analýza moči prováděna zcela kompletně. (Beckman Coulter 2020; Schneiderka 2004)

Princip automatické analýzy obrazu spočívá v zachycení snímku tenké vrstvy moči. Z každého vzorku je následně zpracováno 5 snímků, které jsou zdigitalizovány a převedeny do počítačového systému, kde se dokončí jejich zpracování. (iChem VELOCITY 2020)

V naší práci byly výsledky hodnoceny dle následujících parametrů a to tak, že jako patologické byly brány hodnoty, kdy byl počet erytrocytů $>5/\mu\text{l}$ a počet leukocytů $>10/\mu\text{l}$ nativní moči.

Na základě těchto výše uvedených parametrů, které jsme považovali již jako patologické, jsme vyhodnotili a statisticky zpracovali výsledky z porovnání chemického a morfologického vyšetření a následně jsme zaznamenali, v kolika případech došlo ke shodě či nikoli.

6 ANALÝZA A INTERPRETACE VÝSLEDKŮ

6.1 Vzájemné porovnání chemického a morfologického vyšetření – krev a erytrocyty

Z celkového počtu 3404 hodnocených pacientů, jsme patologii na přítomnost krve v moči zaznamenali u 2048 jedinců. Výsledky těchto pacientů jsme pak vzájemně porovnali dle způsobu vyšetření. U 54 pacientů jsme v případě srovnání chemicky negativní krve s pozitivními erytrocyty v sedimentu zaznamenali pozitivitu na kyselinu askorbovou v moči. Její pozitivita může způsobit falešně negativní výsledky a zakrýt tak chemickou pozitivitu krve v moči, což může hrát roli v interpretaci výsledků. Pozitivní průkaz krve chemicky při nezvýšeném počtu erytrocytů v močovém sedimentu může způsobit volný hemoglobin (při hemolýze) nebo myoglobin (při rabdomyolýze).

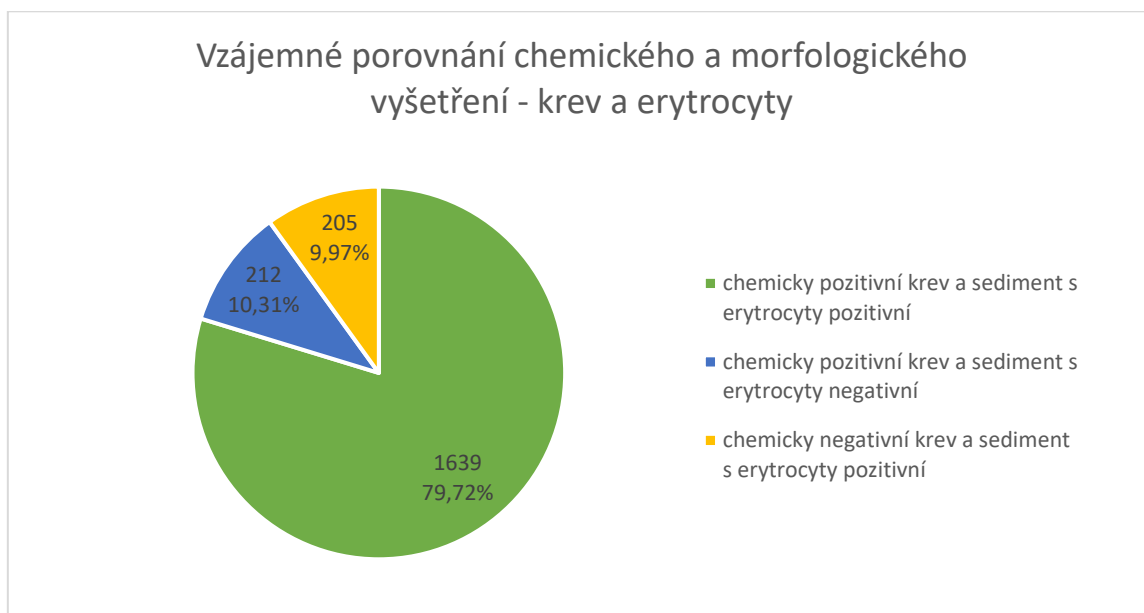
Počty pacientů a procentuální zastoupení pak blíže zachycuje Tab. č. 1 a Graf č. 1.

Tabulka 1: *Vzájemné porovnání chemického a morfologického vyšetření – krev a erytrocyty*

Srovnání vyšetření	Počet pacientů	Procentuální zastoupení
chemicky pozitivní krev a sediment s erytrocyty pozitivní	1639	79,72 %
chemicky pozitivní krev a sediment s erytrocyty negativní	212	10,31 %
chemicky negativní krev a sediment s erytrocyty pozitivní	205	9,97 %

Zdroj: vlastní

Graf 1: *Vzájemné porovnání chemického a morfologického vyšetření – krev a erytrocyty*



Zdroj: vlastní

Z výše uvedeného grafu je patrné, že u 205 pacientů, což je cca 10 %, byla zachycena patologie až na základě vyšetření sedimentu. Cca 80 % vyšetření vyšlo pozitivně jak chemicky, tak morfologicky. Jedná se o převážnou většinu, nicméně ideální by bylo, kdyby procentuální zastoupení bylo větší než 95 %.

6.2 Vzájemné porovnání chemického a morfologického vyšetření – leukocyty

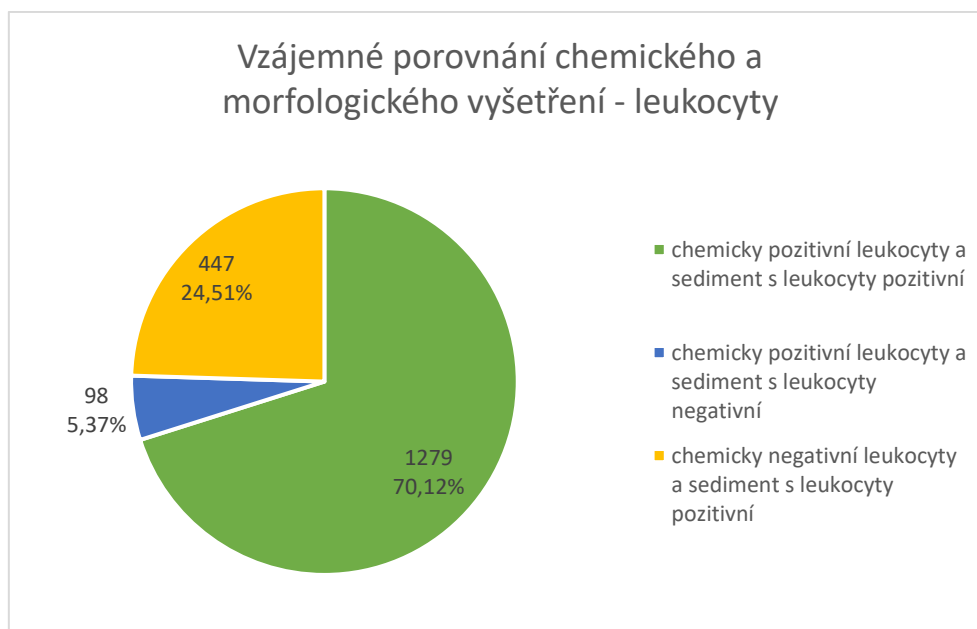
Z celkového počtu 3404 hodnocených pacientů, jsme patologii na přítomnost leukocytů v moči zaznamenali u 1816 jedinců. Opět jsme tyto výsledky vzájemně porovnali, jak uvádí následující Tab. č. 2 a Graf č. 2.

Tabulka 2: *Vzájemné porovnání chemického a morfologického vyšetření – leukocyty*

Srovnání vyšetření	Počet pacientů	Procentuální zastoupení
chemicky pozitivní leukocyty a sediment s leukocyty pozitivní	1279	70,12 %
chemicky pozitivní leukocyty a sediment s leukocyty negativní	98	5,37 %
chemicky negativní leukocyty a sediment s leukocyty pozitivní	447	24,51 %

Zdroj: vlastní

Graf 2: *Vzájemné porovnání chemického a morfologického vyšetření – leukocyty*



Zdroj: vlastní

Výše uvedený graf zobrazuje přibližně 70 % pacientů, u kterých byl zachycen nález leukocytů jak při chemickém vyšetření, tak při vyšetření močového sedimentu. Přibližně pak 25 % pacientů mělo negativní chemické vyšetření, nicméně nález v sedimentu byl pozitivní.

Početně se jedná v přepočtu o 447 pacientů, kteří by bez morfologického vyšetření nebyli zachyceni jako jedinci s patologickým nálezem.

6.3 Vzájemné porovnání chemického a morfologického vyšetření – leukocyty a nitrity

6.3.1 Vzájemné porovnání chemického (nitrity) a morfologického vyšetření (leukocyty)

Z celkového počtu 3404 hodnocených pacientů, jsme patologii na přítomnost leukocytů nebo nitritů v moči zaznamenali u 1728 jedinců. Přítomnost nitritů v moči ukazuje na zánět, jelikož většina bakterií způsobující močové infekce redukuje nitráty na nitrity.

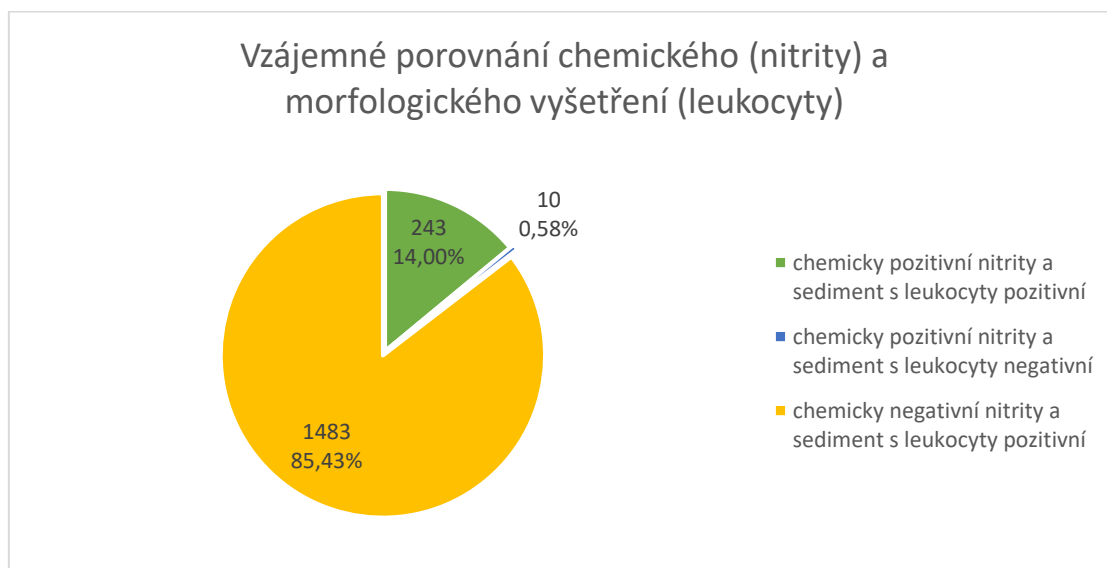
Opět jsme tedy porovnali chemické a morfologické vyšetření a tyto výsledky zobrazuje Tab. č. 3 a Graf č. 3.

Tabulka 3: *Vzájemné porovnání chemického (nitrity) a morfologického vyšetření (leukocyty)*

Srovnání vyšetření	Počet pacientů	Procentuální zastoupení
chemicky pozitivní nitrity a sediment s leukocyty pozitivní	243	14,00 %
chemicky pozitivní nitrity a sediment s leukocyty negativní	10	0,58 %
chemicky negativní nitrity a sediment s leukocyty pozitivní	1483	85,43 %

Zdroj: vlastní

Graf 3: *Vzájemné porovnání chemického (nitrity) a morfologického vyšetření (leukocyty)*



Zdroj: vlastní

Jak je z grafu patrné, chemická pozitivita nitritů nemá příliš vysoký podíl zachycených patologií u pacientů. Přibližně 85 % tvoří jen pozitivita leukocytů v sedimentu moči. Pouze u 14 % pacientů došlo ke shodě nálezu jak chemického, tak morfologického. Můžeme tedy říci, že v tomto případě k zachycení patologie do značné míry přispívá pozitivita sedimentu; protože podíl bakterií způsobujících záněty močových cest a neschopných produkovat nitrátreduktázu je malý, spíše se jedná o nedostatečnou citlivost diagnostických proužků na průkaz nitritů vzhledem k diagnostice uroinfekce. Dalším důvodem může být chybění nitrátů při jejich nedostatečném přívodu potravou.

6.3.2 Vzájemné porovnání chemického vyšetření – nitrity a leukocyty

Z celkového počtu 3404 hodnocených pacientů, jsme patologii na přítomnost leukocytů nebo nitritů v moči zaznamenali u 1393 jedinců.

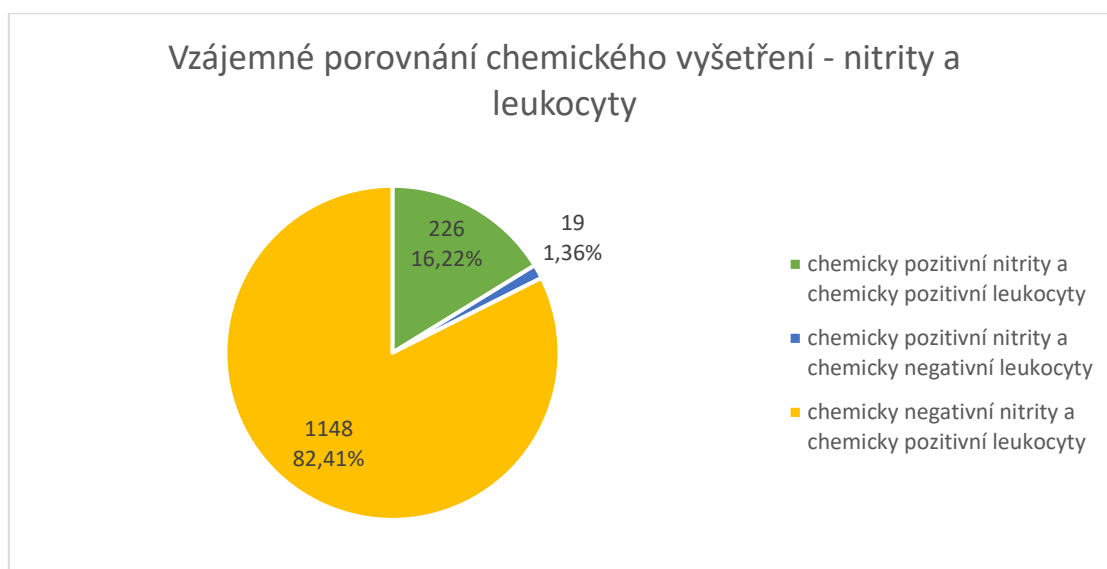
V tomto případě jsme porovnali chemické vyšetření u dvou různých parametrů a výsledky opět zobrazuje Tab. č. 4 a Graf č. 4.

Tabulka 4: *Vzájemné porovnání chemického vyšetření – nitrity a leukocyty*

Srovnání vyšetření	Počet pacientů	Procentuální zastoupení
chemicky pozitivní nitrity a chemicky pozitivní leukocyty	226	16,22 %
chemicky pozitivní nitrity a chemicky negativní leukocyty	19	1,36 %
chemicky negativní nitrity a chemicky pozitivní leukocyty	1148	82,41 %

Zdroj: vlastní

Graf 4: *Vzájemné porovnání chemického vyšetření – nitrity a leukocyty*



Zdroj: vlastní

Tento graf se příliš neliší od Grafu č. 3, který i v tomto případě zachycuje až 82 % pacientu s pozitivním chemickým vyšetřením leukocytů a negativním chemickým vyšetřením nitritů. Je tedy takřka jednoznačné, že samotné vyšetření nitritů, na rozdíl od vyšetření leukocytů, samo o sobě nezachytí o významné procento jedinců víc než vyšetření leukocytů ať už morfologicky, či chemicky.

6.3.3 Početní zastoupení leukocytů spolu s procenty pozitivních nitritů

Z předchozích grafů č. 3 a č. 4 jsme zjistili, že je pouze malá shoda mezi pozitivním průkazem nitritů a chemickým nebo morfologickým nálezem leukocytů. Z tohoto důvodu jsme se pokusili zjistit, zda se pozitivní nitrity vyskytují pouze u těžší infekce. Srovnali jsme tedy konkrétní počty leukocytů v močovém sedimentu a přiřadili k nim procentuální zastoupení pozitivních nitritů. Tuto skutečnost a námi zjištěné výsledky popisuje následující Tab. č. 5.

Tabulka 5: Srovnání konkrétního počtu leukocytů v močovém sedimentu společně s procentuálním zastoupením pozitivních nitritů

Počet leukocytů	Počet pozitivních nitritů	Procentuální zastoupení nitritů
11–20/μl leukocytů	22	9,05 %
21–50/μl leukocytů	34	13,99 %
51–100/μl leukocytů	20	8,23 %
více než 100/μl leukocytů	167	68,72 %

Zdroj: vlastní

Z tabulky až na malou odchylku je patrné, že naše domněnka, že se pozitivní nitrity vyskytují zejména u těžší infekce, se víceméně potvrdila. Respektive takto bychom si mohli odůvodnit, proč byla shoda mezi chemickým průkazem nitritů a nálezem leukocytů tak nízká.

6.4 Vzájemné porovnání pH a morfologického vyšetření leukocytů

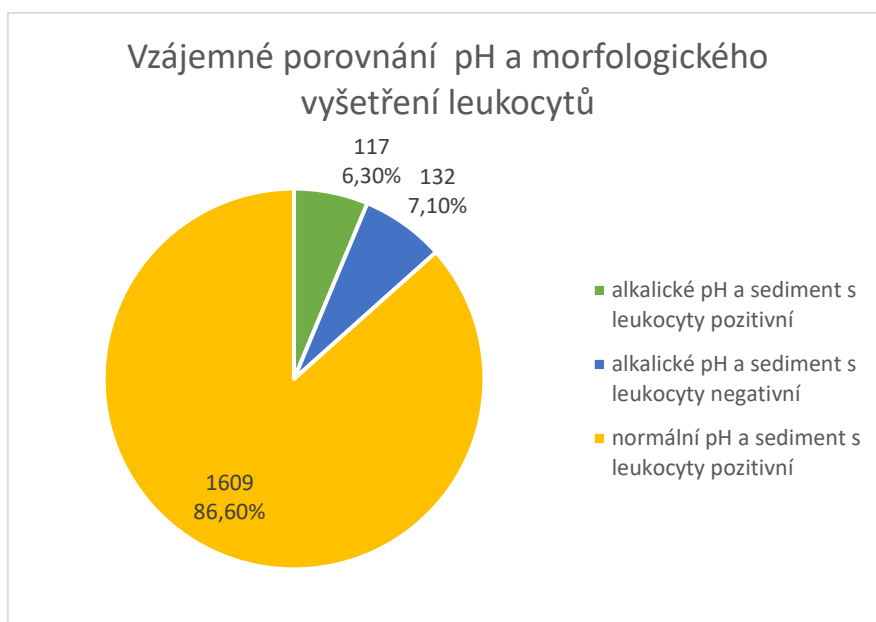
Z celkového počtu 3404 hodnocených pacientů, jsme patologii na přítomnost leukocytů v moči nebo vysokého pH moči zaznamenali u 1850 jedinců. Alkalické pH moči se může objevit při zánětech. Proto i to je nutné zohlednit při interpretaci výsledků, tudíž jsme porovnali alkalické a normální pH s morfologickým vyšetřením leukocytů. Výsledky uvádí Tab. č. 6 a Graf č. 5.

Tabulka 6: *Vzájemné porovnání pH a morfologického vyšetření leukocytů*

Srovnání vyšetření	Počet pacientů	Procentuální zastoupení
alkalické pH a sediment s leukocyty pozitivní	117	6,30 %
alkalické pH a sediment s leukocyty negativní	132	7,10 %
normální pH a sediment s leukocyty pozitivní	1609	86,60 %

Zdroj: vlastní

Graf 5: *Vzájemné porovnání pH a morfologického vyšetření leukocytů*



Zdroj: vlastní

Tento graf představuje zhruba 86 % pacientů, kteří měli pozitivní morfologické vyšetření na přítomnost leukocytů v moči a zároveň jim bylo zjištěno normální pH. Pouze u 6 % pacientů došlo ke shodě u těchto dvou typů vyšetření. Stejně jako v předchozích případech, alkalické pH může poukazovat na přítomný zánět, nicméně i přesto je většina patologií odhalena až v močovém sedimentu. Z výsledků je patrné, že většina zánětů močových cest probíhá bez zvýšení pH moči. Naproti tomu alkalické pH moči je pozorováno veganů.

6.5 **Vzájemné porovnání nálezu granulovaných válců a chemického vyšetření – krev a leukocyty**

Z celkového počtu 3404 pacientů jsme u 42 z nich zaznamenali přítomnost granulovaných válců v močovém sedimentu. Tyto pacienty jsme vzali a srovnali jsme u nich nález granulovaných válců společně s chemickým vyšetřením krve a leukocytů a následně jsme vyhodnotili, u kolika pacientů bylo chemické vyšetření pozitivní či negativní, pokud byly přítomny válce v močovém sedimentu.

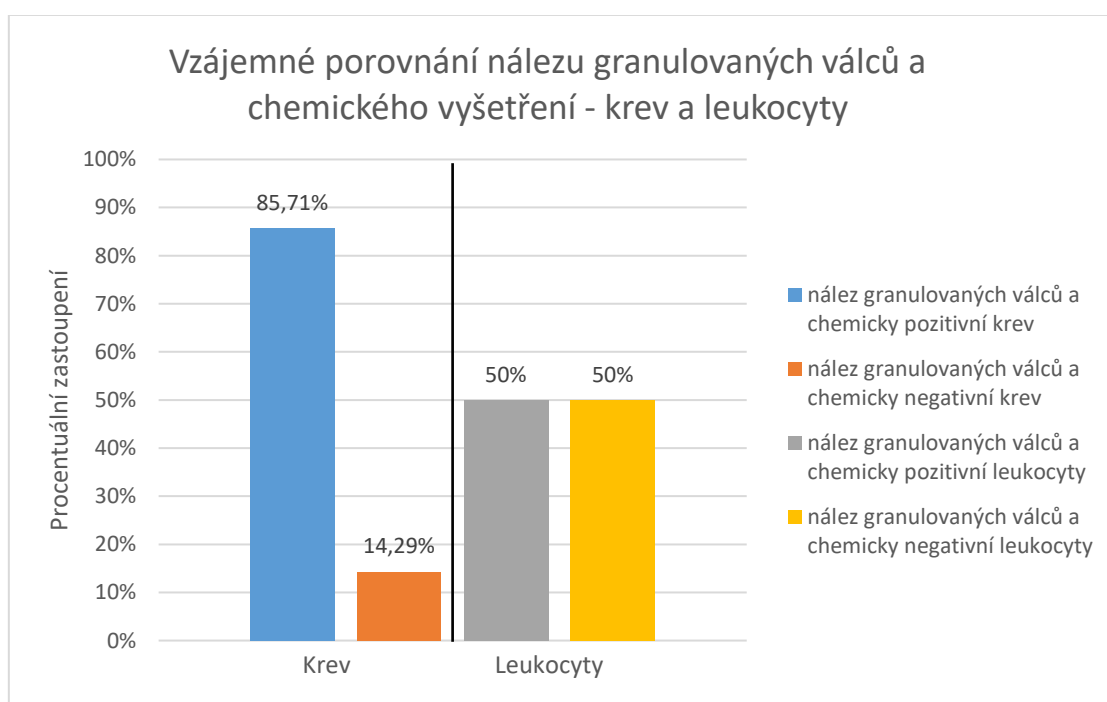
Tyto výsledky zachycuje Tab. č. 7.

Tabulka 7: *Vzájemné porovnání nálezu granulovaných válců a chemického vyšetření – krev a leukocyty*

Srovnání vyšetření	Počet pacientů	Procentuální zastoupení
nález granulovaných válců a chemicky pozitivní krev	36	85,71 %
nález granulovaných válců a chemicky negativní krev	6	14,29 %
nález granulovaných válců a chemicky pozitivní leukocyty	21	50 %
nález granulovaných válců a chemicky negativní leukocyty	21	50 %

Zdroj: vlastní

Graf 6: *Vzájemné porovnání nálezu granulovaných válců a chemického vyšetření – krev a leukocyty*



Zdroj: vlastní

Z výše uvedeného grafu je patrné, že nález granulovaných válců se cca u 85 % jedinců vyskytuje společně s chemickým nálezem krve v moči. To poukazuje na značnou patologii související s poškozením ledvin. V případě leukocytů je to pak v obou případech 50 % pacientů.

6.6 *Vzájemné porovnání nálezu tubulárních epitelů a chemického vyšetření – krev a leukocyty*

Z celkového počtu 3404 pacientů jsme u 21 z nich zaznamenali přítomnost tubulárních epitelů v močovém sedimentu. Tyto pacienty jsme vzali a opět jsme u nich srovnali

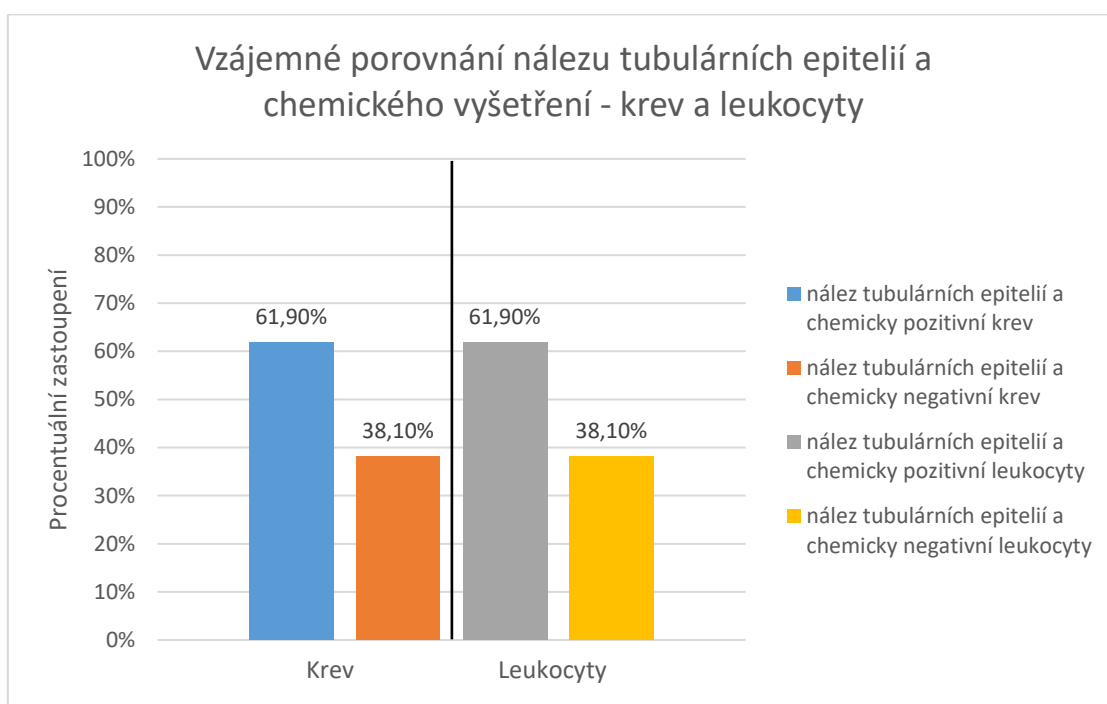
nález tubulárních epitelíí společně s chemickým vyšetřením krve a leukocytů a poté jsme vyhodnotili, u kolika pacientů bylo chemické vyšetření pozitivní či negativní, pokud byly přítomny tubulární epitelie v močovém sedimentu. Tyto výsledky zobrazuje Tab. č. 8.

Tabulka 8: *Vzájemné porovnání nálezu tubulárních epitelíí a chemického vyšetření – krev a leukocyty*

Srovnání vyšetření	Počet pacientů	Procentuální zastoupení
nález tubulárních epitelíí a chemicky pozitivní krev	13	61,90 %
nález tubulárních epitelíí a chemicky negativní krev	8	38,10 %
nález tubulárních epitelíí a chemicky pozitivní leukocyty	13	61,90 %
nález tubulárních epitelíí a chemicky negativní leukocyty	8	38,10 %

Zdroj: vlastní

Graf 7: *Vzájemné porovnání nálezu tubulárních epitelíí a chemického vyšetření – krev a leukocyty*



Zdroj: vlastní

V tomto případě nám jak u chemického vyšetření krve, tak u chemického vyšetření leukocytů vyšly naprosto totožné výsledky. U přibližně u 62 %, což je v našem případě asi 13 pacientů došlo k nálezu tubulárních epitelíí společně s krví nebo leukocyty v moči. Jejich přítomnost poukazuje na značnou patologii.

DISKUZE

Cílem mé práce bylo posoudit, zda má stále morfologické vyšetření moči, tedy vyšetření močového sedimentu, svůj patřičný význam nebo zda je možné od něj zcela upustit a při vyšetření spoléhat čistě jen na chemické vyšetření moči.

Z celkového souboru pacientů, který jsme protřídili, bylo vybráno 3404 pacientů, u kterých bylo v období jednoho měsíce provedeno jak chemické, tak morfologické vyšetření moči. Tyto pacienty jsme vzali a u každého porovnali výsledky různých vyšetřovaných parametrů z chemického a morfologického vyšetření. Následně jsme analyzovali, v kolika případech došlo ke shodě v interpretaci výsledku u obou typů vyšetření, v kolika případech bylo u pacienta pozitivní pouze chemické vyšetření a v kolika pouze morfologické.

Posoudíme-li naše výsledky z prvního srovnání, a to chemické vyšetření na přítomnost krve v moči a morfologické vyšetření na přítomnost erytrocytů v sedimentu, zhruba u 10 % pacientů byl pozitivní sediment, kdežto chemické vyšetření nikoli. Jedná se pouze o 10 %, ale pokud by se mělo od vyšetření sedimentu upustit, měly by být výsledky víceméně totožné.

Je zde hned několik faktorů, které mohly námi zjištěné výsledky ovlivnit. Chemické vyšetření spočívá na principu pseudoperoxidázové reakce. Falešně negativní krev tak může způsobit vysoké množství kyseliny askorbové, neboli vitamínu C. Pozitivitu kyseliny askorbové jsme zaznamenali u 54 pacientů, ovšem zdali byla příčinou negativity chemického vyšetření, je diskutabilní. Falešnou pozitivitu pak mohou způsobit obecně nějaké oxidující látky jako je například zbytek chloraminu v odběrové nádobce.

Další možností, kdy by mohlo dojít pouze k pozitivní reakci na krev bez nálezu červených krvinek v sedimentu, je v případě, že by došlo k hemolýze, tedy rozpadu červených krvinek nebo k rozpadu svalů, tedy rabdomyolýze, jelikož samotná chemická reakce spočívá v detekci hemu a v obou těchto situacích dochází k jeho uvolňování do moči.

Co se týče průkazu nitritů, tak zánět mohou velmi vzácně způsobovat i bakterie, které nejsou schopny redukovat nitráty na nitrity, což podstatou testu. Další možností je, že se nitráty nevyskytují v moči pacienta. Do moči se dostávají nitráty převážně z potravy, konkrétně jsou obsaženy například v zelenině, ale i v konzervovaných potravinách, mase, ry-

bách, uzeninách a tvrdých sýrech. Pokud nejsou v moči přítomny, nemohou vzniknout dusitany i kdyby infekce v moči byla. Na základě této skutečnosti je pak obtížnější správná interpretace výsledků.

Dalším průkazem infekce močových cest pak může být samotná kultivace mikroorganismů. Existují leukocyturie bez nálezu bakteriální infekce. Naproti tomu, při špatně uchovávaném vzorku a špatně provedeném vyšetření může dojít k množení bakterií a tvorbě dusitanů in vitro a kultivace nemusí vyjít správně pozitivně.

Při porovnání výsledků z chemického a morfologického vyšetření leukocytů jsme odhalili zhruba 25 % pacientů, u nichž vyšlo chemické vyšetření negativní, nicméně leukocyty v sedimentu byly přítomny. Jedná se poměrně o značné množství jedinců, kteří by bez vyšetření močového sedimentu nebyli odhaleni. V tomto případě, se falešně negativní výsledky mohou vyskytnout, tvoří-li zvýšený počet leukocytů v moči lymfocyty. Detekční proužek je neodhalí, nicméně pod mikroskopem jsou pak odhaleny.

Studie z roku 2019 (Bacârea et al. 2021) provedla výzkum u 2600 vzorků moči nehladě na věk, pohlaví pacienta a konkrétní patologii a hledala nesrovnalosti mezi manuální mikroskopií a chemickým vyšetřením pomocí detekčních proužků.

Stejně jako v našem případě i tato studie odhalila nesrovnalosti, které s největší pravděpodobností souvisejí s nedodržením správných postupů během preanalytické fáze. V souvislosti s tím může jít o faktory, jako je například strava, nadměrná fyzická zátěž, užívání léků, např. antibiotik. Pacient by před samotným odběrem měl být poučen a informován a případně uvést, jaké léky užívá apod.

Studie taktéž uvádí, že by morfologické vyšetření mohlo být vynecháno a není pro pacienty rizikové, je-li výsledek chemického vyšetření negativní. Důvodem je hlavně fakt, že se jedná o časově úspornější metodu, která je kvalifikována jako lepší screeningové vyšetření např. na hematurii než morfologické vyšetření anebo průtoková cytometrie.

Závěrem této studie je fakt, že bylo zjištěno pouze malé procento nesrovnalostí mezi chemickým a morfologickým vyšetřením moči, tudíž je chemické vyšetření pomocí detekčních proužků považované za vhodné.

V našem případě musíme brát v potaz, že tato studie vychází z výsledků, kde nebyli pacienti zařazeni s významnou patologií.

Na základě našich výsledků bychom vyšetření močového sedimentu měli přikládat patřičnou hodnotu, neboť

- v případě leukocytů chemické vyšetření nezachytilo 25 % leukocyturií prokázaných morfologickým vyšetřením;
- v případě chemického vyšetření krve uniklo téměř 10 % nálezů erytrocyturií detekovaných morfologickým vyšetřením;
- chemické vyšetření nitritů vyšlo negativní u 86 % leukocyturií detekovaných morfologickým vyšetřením.

Proto bychom měli i nadále považovat morfologické vyšetření za nezbytnou součást u vyšetření pacientů s onemocněním ledvin.

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo posoudit, zda má morfologické vyšetření moči v souvislosti s onemocněním ledvin svůj patřičný význam a zda se tedy i nadále vyplatí ho provádět či nikoli.

V teoretické části práce byly popsány příslušné parametry chemického a morfologického vyšetření moči právě ve vztahu k onemocnění ledvin. Popsala jsem jednotlivé principy vyšetření, jejich diagnostické možnosti a také možnou pozitivitu u jiných stavů a konkrétních onemocnění.

V praktické části práce byly zhodnoceny nálezy 3 404 vyšetření moči u nemocných jedinců a následně výsledky jednotlivých parametrů byly porovnány vzájemně mezi sebou z morfologického a chemického hlediska.

Z našich výsledků je patrné, že morfologické vyšetření by se při vyhodnocování výsledků nemělo vynechávat. V močovém sedimentu se objevily nálezy v podobě erytrocytů, ale zejména leukocytů, které chemické vyšetření nezachytilo. Dále bylo zajímavým zjištěním, že chemické vyšetření nitritů se ukázalo velmi málo citlivé na průkaz infekce močových cest.

Tato bakalářská práce nám tedy odpověděla na naši hlavní otázku, která byla ve své podstatě cílem naší práce a to, že morfologické vyšetření má z diagnostického hlediska velký význam a nemělo by se tak od něj rozhodně upouštět.

SEZNAM LITERATURY

BACĂREA, Anca, Gyula László FEKETE, Bianca Liana GRIGORESCU a Vladimir Constantin BACĂREA, 2021. Discrepancy in results between dipstick urinalysis and urine sediment microscopy. *Experimental and Therapeutic Medicine* [online]. **21**(5), 1–4. ISSN 1792-0981. Dostupné z: doi:10.3892/etm.2021.9971

BECKMAN COULTER, 2020. *Analyzátory Velocity* [online]. Dostupné z: <https://www.beckmancoulter.cz/diagnostika/mocova-analyza-iris/analyzatory-velocity/>

BEŇOVSKÁ, RNDr Miroslava, Mgr Ondřej WIEWIORKA a MUDr Jana TŮMOVÁ, 2016. Mikroskopické vyšetření moče. 137. ISSN 1802-128X.

CAVANAUGH, Corey a Mark A. PERAZELLA, 2019. Urine Sediment Examination in the Diagnosis and Management of Kidney Disease: Core Curriculum 2019. *American Journal of Kidney Diseases* [online]. **73**(2), 258–272. ISSN 02726386. Dostupné z: doi:10.1053/j.ajkd.2018.07.012

COMBUR¹⁰ TEST M, 2020. *Příbalový leták firmy Roche k diagnostickým proužkům pro chemické vyšetření moči*. květen 2020. B.m.: Roche Diagnostics.

FOREJT, Mgr. Martin, PhD., 2008. Dusičnany v potravinách. *Med. Pro PRaxi*. **5**(9), 333–334.

FORMÁNEK, Josef, 2014. *Podklady k principu měření hodnoty ph a vodivosti kapalin* [online]. 2014. Dostupné z: <http://home.zcu.cz/~formanek/mmvyuka/Data/ivk-mt-soubory/14-F.pdf>

CHIEN, Tzu-I, Jau-Tsuen KAO, Hui-Lan LIU, Po-Chang LIN, Jih-Sian HONG, Han-Peng HSIEH a Miao-Ju CHIEN, 2007. Urine sediment examination: A comparison of automated urinalysis systems and manual microscopy. *Clinica Chimica Acta* [online]. **384**(1), 28–34. ISSN 0009-8981. Dostupné z: doi:10.1016/j.cca.2007.05.012

ICHEM VELOCITY, 2020. *Analyzátory iQ 200* [online]. Dostupné z: <https://www.beckmancoulter.cz/diagnostika/mocova-analyza-iris/analyzatory-iq-200/>

ICHEMVELOCITY STRIPS., 2020. *Příbalový leták firmy Beckman Coulter k diagnostickým proužkům pro chemické vyšetření moči*. říjen 2020. B.m.: Beckman Coulter.

KUBÁČ, P, 2002. *Atlas močového sedimentu on-line* [online]. Dostupné z: <http://sekk.cz/atlas>

MONHART, Václav a Věra HAMPLOVÁ, 2009. Diferenciální diagnostika hematurii. *Zdraví.Euro.cz* [online]. Dostupné z: <https://zdravi.euro.cz/clanek/postgradualni-medicina/diferencialni-diagnostika-hematurii-447986>

MUNDT, Lillian A. a Kristy SHANAHAN, 2020. *Graff's textbook of urinalysis and body fluids*. Third edition. Burlington, MA: Jones & Bartlett Learning. ISBN 978-1-284-24336-9.

PELIKÁNOVÁ, T, O VIKLICKÝ, I RYCHLÍK, F SAUDEK, V TESAŘ, M HALUZÍK, M KVAPIL, J RACEK a T ZIMA, 2021. Doporučené postupy při diabetickém onemocnění ledvin 2021. *Klin Biochem Metab.* **29**(2), 104–116.

QUEREMEL MILANI, Daniel A. a Ishwarlal JIALAL, 2022. Urinalysis. In: *StatPearls* [online]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing [vid. 2023-02-06]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557685/>

RACEK, Jaroslav, 2006. *Klinická biochemie*. 2. přepracované vydání. Praha: Galén. ISBN 80-7262-324-9.

RACEK, Jaroslav a Daniel RAJDL, 2021. *Klinická biochemie*. Třetí, přepracované a rozšířené vydání. Praha: Galén. ISBN 978-80-7492-545-0.

SCHNEIDERKA, Petr, 2004. *Kapitoly z klinické biochemie*. 2., dopl.přeprac. vyd. Praha: Karolinum. ISBN 80-246-0678-X.

ŠOLCOVÁ, MUDr. Marie, 2022. *Metody | Ústav klinické biochemie a hematologie* [online]. Dostupné z: <https://ukbh.fnplzen.cz/cs/node/988>

TEPLAN, Vladimír, 2006. *Praktická nefrologie*. 2., zcela přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-1122-5.

TEPLAN, Vladimír, 2020. *Nefrologické minimum pro klinickou praxi*. 3., přepracované a doplněné vydání. Praha: Maxdorf. ISBN 978-80-7345-641-2.

TESAŘ, Vladimír, 2018. Onemocnění ledvin – základní pojmy, otázky a odpovědi – Klinika nefrologie. *1. Lékářská fakulta Univerzita Karlova* [online]. Dostupné z: <https://nefr.lf1.cuni.cz/onemocneni-ledvin---zakladni-pojmy-otazky-a-odpovedi>

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Charakteristika proteinurií

Příloha 2: Příčiny hematurie

Příloha 3: Příčiny neutrofilní leukocyturie

PŘÍLOHY

Příloha 1: Charakteristika proteinurií

Funkční proteinurie Krátkodobá, vyvolaná přechodnou změnou renální hemodynamiky (námaha, chlad, zátěž aj.), vždy glomerulární, neselektivní.	Membrano-proliferativní glomerulonefritida Glomerulární, většinou při déletrvajícím onemocnění neselektivní. Intenzivní, u většiny nemocných větší než 3,5 g/den.
Námahová proteinurie Závislá především na intenzitě svalové práce, objevuje se již v průběhu a přetrvává řadu hodin po ukončení práce, většinou nepřekročí 1,5 g/den, neselektivní, při extrémní námaze i glomerulotubulární.	Mezangio-proliferativní glomerulonefritida Glomerulární, neselektivní, obvykle jen mírná proteinurie, jen u menšího nemocných větší než 3,5 g/den.
Izolovaná asymptomatická proteinurie (ortostatická) Glomerulární, neselektivní, velmi často zřetelně závislá na ortostáze, maximální výskyt v prvních dvou decenních.	IgA nefropatie Glomerulární, neselektivní, u velké většiny nemocných menší než 1,5 g/den. Intenzita proteinurie při diagnóze je prognosticky významná. V pozdějším vývoji onemocnění může být proteinurie i glomerulotubulární.
Febrilní proteinurie Smíšená glomerulo-prenální, při hyperpyrexii, i glomerulotubulární, menší než 0,65 g/den, často vázána na zvýšené teploty.	Intersticiální nefropatie Při převažující lokalizaci patologických změn v kůře ledvin se často vyvíjí tubulární proteinurie, obvykle menší než 1 g/den (analgetická nefropatie, intoxikace kadmíem, nefrotoxické léky, chronická rejekční nefropatie apod.). Při převažující lokalizaci patologických změn ve dřeni a v oblasti papil proteinurie často chybí a vyvíjí se až při dalším poklesu glomerulární filtrace. Pak bývá většinou glomerulotubulární (bakteriální pyelonefritida, refluxová nefropatie, obstrukční uropatie).
Těhotenská proteinurie/preeklampsie Při fyziologickém těhotenství v III. trimestru mírná tubulární proteinurie 200–300 mg/den. Exkrece albuminu se nezvyšuje. Zvýšená albuminurie nad 70 µg/min signalizuje riziko vývoje preeklampsie. Při klinických projevech onemocnění je glomerulární až glomerulotubulární proteinurie často větší než 3 g/den.	Systémové onemocnění pojiva (např. systémový lupus erythematoses) Proteinurie závisí na patogenезi a lokalizaci změn. Většinou se jedná o glomerulární nebo glomerulotubulární neselektivní proteinurie.
Nefrotický syndrom s minimálními změnami (lipoidní nefróza) Glomerulární, selektivní, obvykle v rozmezí 3–10 g/den, nezřídka ale i značně vyšší. Selektivita proteinurie je diagnosticky významná a má vysokou prediktivní hodnotu pro úspěšnou léčbu steroidy.	Systémové vaskulitidy Jen ojedinele na začátku onemocnění (Henochova-Schönleinova purpura) selektivní glomerulární proteinurie, jinak většinou neselektivní glomerulární nebo glomerulotubulární proteinurie.
Fokální segmentální glomeruloskleróza Glomerulární, téměř vždy neselektivní, intenzivní, u 80 % nemocných je proteinurie větší než 3,5 g/den.	Esenciální hypertenze Asi u 15 % nemocných, obvykle jen mírná glomerulární neselektivní proteinurie, až u 30 % zvýšená albuminurie větší než 20 µg/min. Proteinurie i zvýšená albuminurie korelují s hodnotou diastolického tlaku a jsou spojeny s častějšími orgánovými změnami a vyšší mortalitou.
Membranózní glomerulonefritida Glomerulární, většinou při déletrvajícím onemocnění neselektivní. Intenzivní, u většiny nemocných větší než 3,5 g/den.	

Renovaskulární hypertenze Glomerulární, neselektivní se po léčbě tepenné stenózy obvykle upraví, zvýšená albuminurie může přetrvávat.
Monoklonální gamapatie Pokud jsou spojeny se syntézou paraproteinu, vyvíjí se typická prerenální proteinurie, později často doplněná kompetitivní tubulární proteinurií. Myelomová obstrukční uropatie, nodulární nefropatie lehkých řetězců a L-amyloidóza jsou velmi často provázeny neselektivní glomerulární nebo glomerulotubulární proteinurií.
Polycystická degenerace ledvin Neselektivní glomerulární, často však glomerulotubulární proteinurie, většinou menší než 2 g/den.
Alportův syndrom Neselektivní glomerulární proteinurie, zvláště při progresi onemocnění.
Diabetická nefropatie Před vznikem vlastního onemocnění má 20–40 % nemocných zvýšenou albuminurii větší než 20 µg/min, která je zvláště na začátku onemocnění metabolicky podmíněná nebo je již projevem změn glomerulární permeability pro plazmatické bílkoviny. Diabetickou nefropatii provází neselektivní glomerulární nebo i glomerulotubulární proteinurie, často intenzivní.
Městnavé srdeční selhání Často mírná (1–2 g/den) neselektivní glomerulární proteinurie, která se při úspěšné léčbě zmírňuje nebo mizí.

Zdroj: převzato z (Teplan 2020)

Příloha 2: Příčiny hematurie

extrarenální příčiny	<ul style="list-style-type: none"> • předávkování antikoagulačními léky • protidestičkové inhibitory • leukemie • polycythaemia vera
intrarenální příčiny	<ul style="list-style-type: none"> • idiopatická glomerulonefritida • glomerulopatie v rámci systémových chorob (systémový lupus erythematosus, Shönleinova-Henochova purpura, Wegenerova granulomatóza, mikroskopická polyarteritida, polyarteritis nodosa, Goodpastureův syndrom, endocarditis lenta) • glomerulopatie v rámci jiných chorob (hemolyticko-uremický syndrom, Alportův syndrom, benigní familiární hematurie, Fabryho choroba, nail-patela syndrom) • vaskulární příčiny (maligní hypertenze, tromboembolická choroba ledvin, cholesterolová embolie ledvin, trombóza renální tepny, stenóza renální tepny – hematurie je způsobena periureterálním kolaterálním cévním systémem, trombóza renální žíly, intrarenální arteriovenózní fistule) • akutní intersticiální nefritida (alergická forma, leptospiróza, hantaviry, akutní intrarenální obstrukce – akutní urátová nefropatie, vysoká dávka metotrexátu) • lokalizované a další rozličné příčiny (Grawitzův tumor, polycystická choroba ledvin, papilární nekróza – zejména při analgetické nefropatii, trauma, houbovitá ledvina nebo nefrokalcinóza z jiných příčin)
postrenální příčiny	<ul style="list-style-type: none"> • litiáza v pánvičce nebo ureteru • uroteliální karcinom • tuberkulóza • hydronefróza • bakteriální infekce • ptóza ledviny – intermitentní venózní kongesce • Fraleyův syndrom – hydrokalix při aberantní cévě komprimující krček kalichu • pelviureterální obstrukce • Ormondova choroba – postradiačními vazivovými změnami podmíněné obstrukce močovodů • varikozity a divertikly ureteru • malformace – malrotace, dystopie, ektopie ledviny, podkovovitá ledvina
vezikální a subvezikální příčiny	<ul style="list-style-type: none"> • uroteliální karcinom (papilokarcinom) nebo infiltrace extravezikálním karcinomem • vezikolitiáza a cizí tělesa • zánět • cyklofosamidová a postradiační cytopatie • trauma a mikrotrauma • cytokéla, divertikly a pseudodivertikly, vagino-vezikální a rekto-vezikální fistule při karcinomech a Crohnově chorobě, vzácněji traumatu • endometrióza močového měchýře • hypertrofie prostaty, karcinom prostaty

Zdroj: převzato z (Teplan 2006)

Příloha 3: Příčiny neutrofilní leukocyturie

renální onemocnění	<ul style="list-style-type: none">• akutní a chronická pyelonefritida• akutní glomerulonefritida• SLE nefritida• intersticiální nefritida• refluxní nefropatie• nekróza ledvinové papily• polycystická choroba ledvin• nefrolitiáza• tuberkulóza• houbovitá ledvina• abscedující proces renální a pyonefros• obstrukce močového traktu
onemocnění močového měchýře	<ul style="list-style-type: none">• cystitida• tuberkulóza• litiáza, cizí těleso• intersticiální cystitida• papilom/karcinom• divertikulóza• bilharzióza
onemocnění uretry a prostaty	<ul style="list-style-type: none">• uretritida (gonoroická, herpetická, chlamydiová, Reiterův syndrom)• prostatitida (akutní i chronická)• absces prostaty• zánět akcesorních periuretrálních žláz
onemocnění okolních orgánů	<ul style="list-style-type: none">• intraabdominální a intrapelvické abscedující procesy (apendicitida, divertikulitida)• Crohnova choroba• adnexitida, pyosalpinx• karcinomy v malé pánvi (uterus, rektum, cékum, sigmoideum)

Zdroj: převzato z (Teplan 2006)