

P01

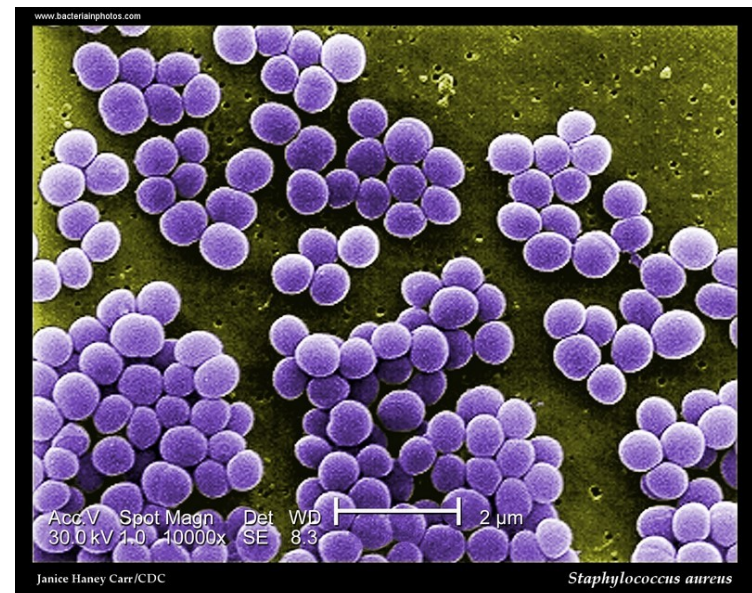
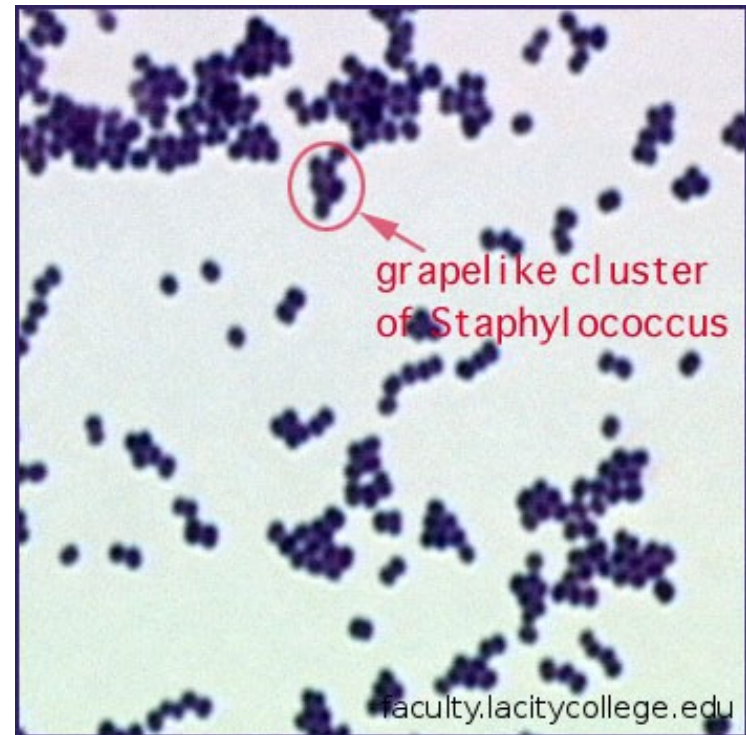
Diagnostika stafylokoků

Osnova

- rod *Staphylococcus*
- diferenciální diagnostika rodu *Staphylococcus*
- praktické úkoly

Stafylokoky

- **G+ koky**, ve shlucích (lat. *staphyle* – hrozen)
- **fakultativně anaerobní**, nesporulující, nepohyblivé
- **kataláza pozitivní**, oxidáza negativní (kromě *S. sciuri*), poměrně **odolné** proti vyschnutí, vyšším koncentracím solí (diagnostický znak)



Stafylokoky (2)

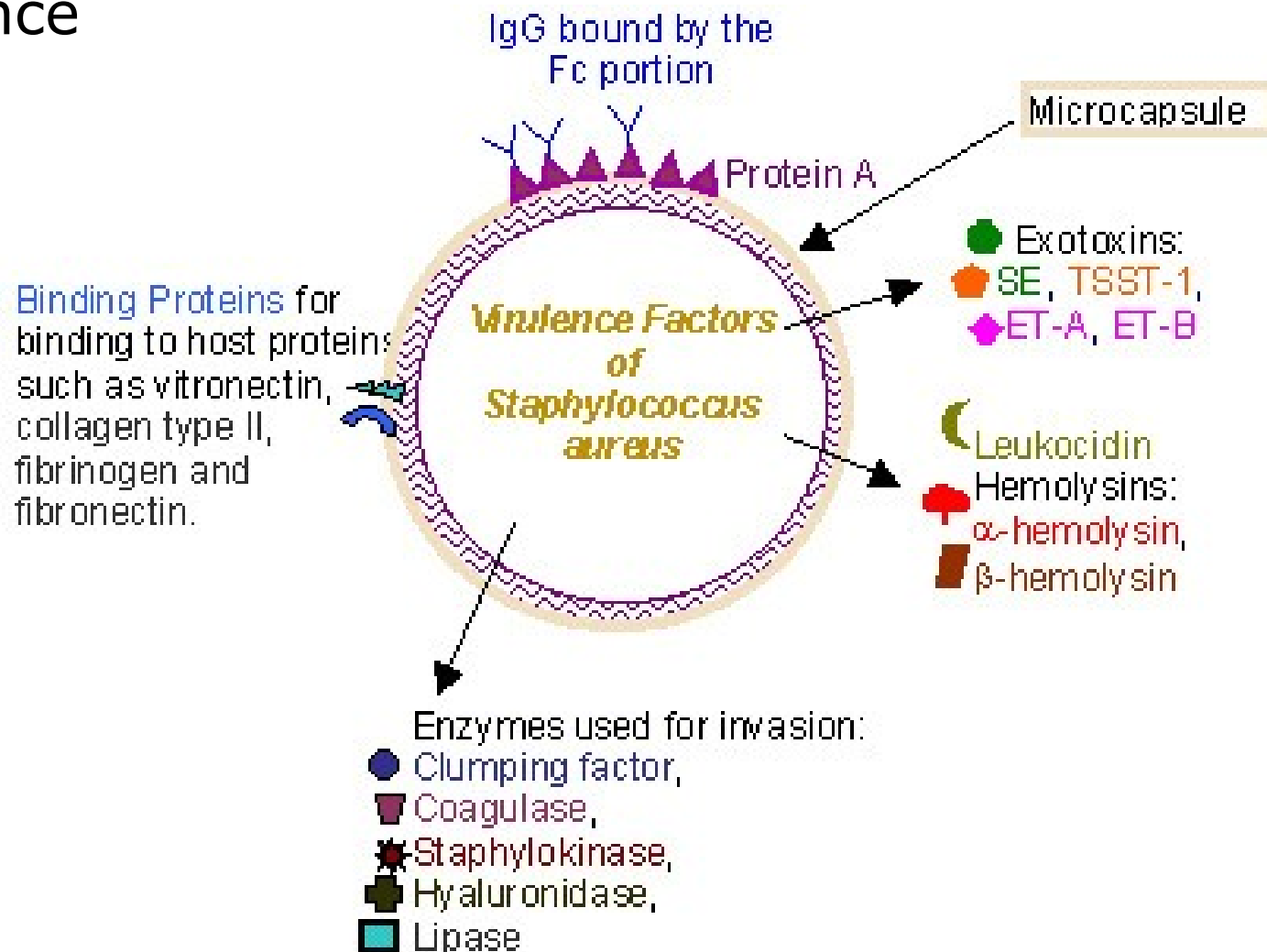
- **rozdělení** podle schopnosti koagulovat plazmu:
 - **koaguláza pozitivní** (*S. aureus*, *S. intermedius*)
 - **koaguláza negativní** (*S. epidermidis*, *S. hominis*, *S. haemolyticus*, *S. saprophyticus*)

Staphylococcus aureus **(zlatý stafylokok)**

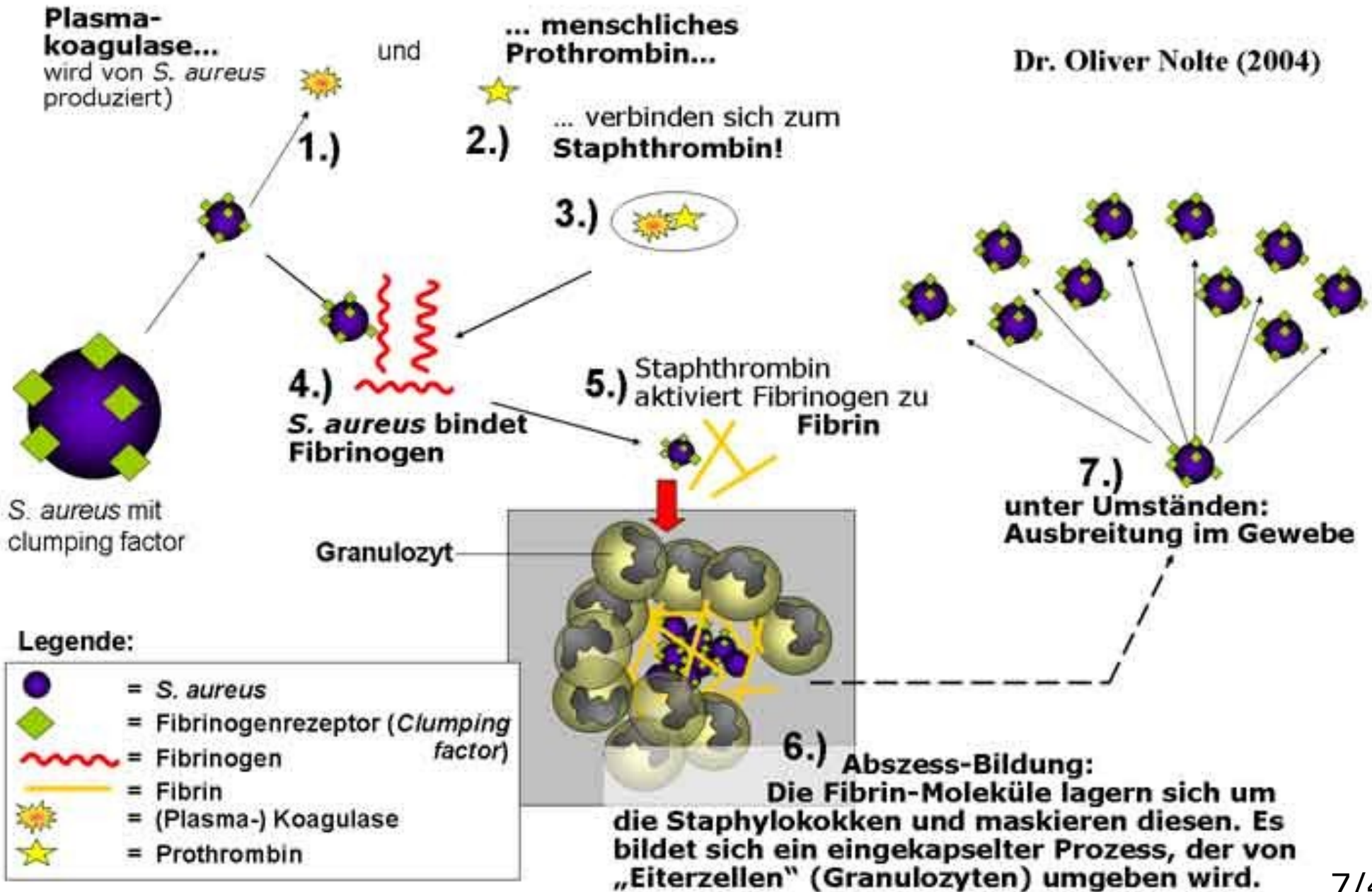
- **významný koaguláza pozitivní stafylokok**
- u třetiny lidí žije na kůži si sliznicích a nevyvolává potíže (dokud není porušena obranyschopnost)
- **charakteristickým rysem** infekcí je **tvorba** ohraničených zánětlivých ložisek (**abscesů**)
 - **absces = dutina plná hnisu** (rozpadající se leukocyty, bakterie), **ohraničená** stěnou z fibrinu a fibroblastů, okolní tkáň je zanícená
 - vznik pomocí **plazmakoagulázy** (volné i vázané, tzv. clumping faktoru)
- **široká škála faktorů virulence** (koagulázy, kataláza, hyaluronidáza, lipázy, nukleázy, ...)

Faktory virulence *S. aureus*

- ne všechny kmeny *S. aureus* disponují všemi faktory virulence



Vznik abscesu



Staphylococcus aureus (2)

- **onemocnění:**
 - **pyogenní:** pyodermie (impetigo, folliculitis, furunculus atd.), hnisání ran, abscesy vnitřních orgánů, osteomyelitidy, bronchopneumonie, endokarditidy, sepse, ...
 - infekce spojené s **působením toxinů:** exfoliativní dermatitis (SSSS), syndrom toxického šoku, enterokolitida
 - **intoxikace:** stafylokoková enterotoxikóza

***Staphylococcus aureus* – bulózní impetigo**



- velké puchýře, které rychle praskají a zůstávají po nich červená mokvající ložiska, nejčastěji na obličeji

Staphylococcus aureus – impetigo



- puchýře uložené v epidermis naplněné hnisem, typicky u dětí

***Staphylococcus aureus* – otitis externa s furunklem**



***Staphylococcus aureus* – infekce kůže s krustami**



***Staphylococcus aureus* – mozkový absces**



medicalimages.wordpress.com

Koaguláza negativní stafylokoky

- ***S. epidermidis***, *S. hominis*, *S. haemolyticus* a asi čtyřicet dalších druhů a poddruhů
- hlavní součástí běžné bakteriální **mikroflóry kůže**
- **oportunní patogeny**, možní původci močových infekcí (hlavně ***S. saprophyticus***), případně i infekcí ran, katetrových sepsí aj.
- nález se hodnotí jinak např. ve výtěru v nosu či ve stolici, jinak v moči a zcela jinak v hemokultuře

Staphylococcus epidermidis

- **nejběžnější** koaguláza negativní stafylokok
- **oportunní patogen**
 - nejčastěji neutropenici, imunokompromitovaní (tj. i novorozenci), intravenózní uživatelé drog (heroin)
 - **nemocní se zavedenými či implantovanými pomůckami (intravenózní katetry, umělé srdeční chlopně, shunty, kardiostimulátory, permanentní močové katetry, kloubní protézy, šrouby, ...)**
→ **tvorba biofilmových infekcí**
- **infekce krevního řečiště (bakteriémie)**, nejčastěji v souvislosti se zavedenými **intravenózními katetry**
 - může dojít ke **katetrové sepsi** s příznaky šoku

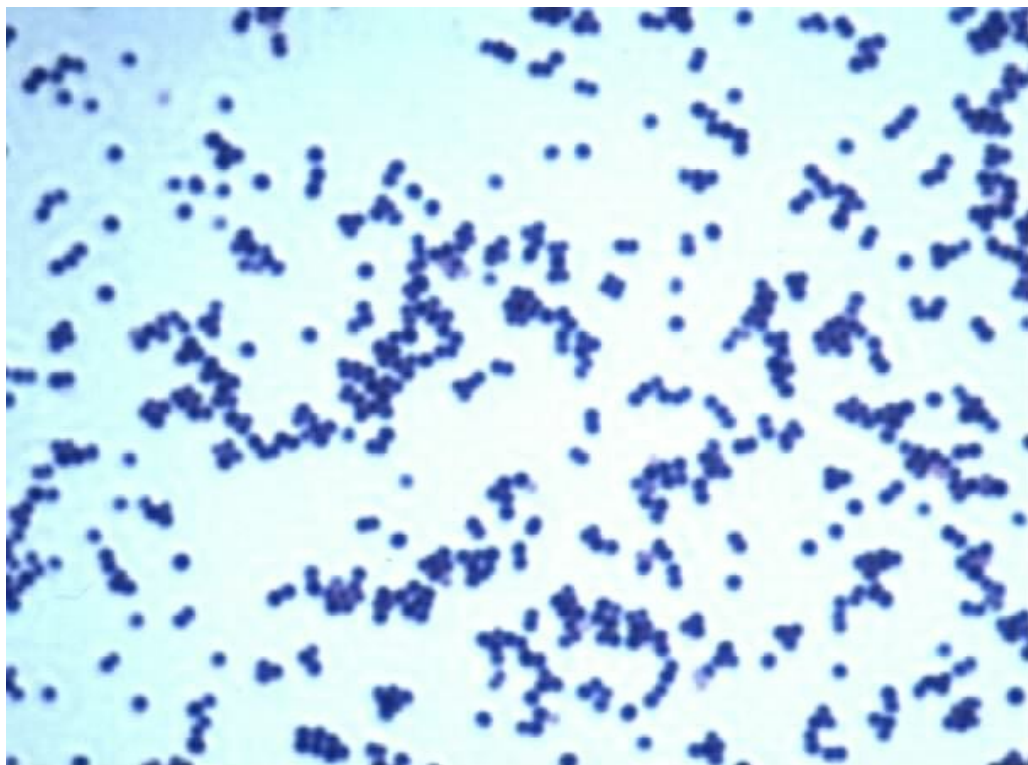
Přehled identifikačních metod

- **přímé metody** (mikrob, jeho část, produkty)
 - mikroskopie (průkaz ve vzorku i identifikace)
 - kultivace (průkaz + identifikace)
 - biochemická identifikace (jen identifikace)
 - průkaz antigenu (průkaz + identifikace)
 - průkaz NK (průkaz ve vzorku)
 - pokus na zvířeti (průkaz ve vzorku)
- **nepřímé metody** (průkaz protilátek)

Diagnostika rodu *Staphylococcus*

- **mikroskopie:** G+ kok
- **kultivace:** na KA **kolonie větší** (1-3 mm), ploché, máslovité konzistence, **pigmentované (nejčastěji bílé, krémové, zvláště po delší kultivaci žluté až nazlátlé** – hlavně u zlatého stafylokoka)
- **biochemické testy: kataláza pozitivní, oxidáza negativní**, biochemicky lze rozlišit jednotlivé druhy (např. STAPHYtest 16)
- antigenní analýza a speciální testy možné

Dg. rodu *Staphylococcus* (2)



Autor: Prof. MVDr. Boris Skalka, DrSc.



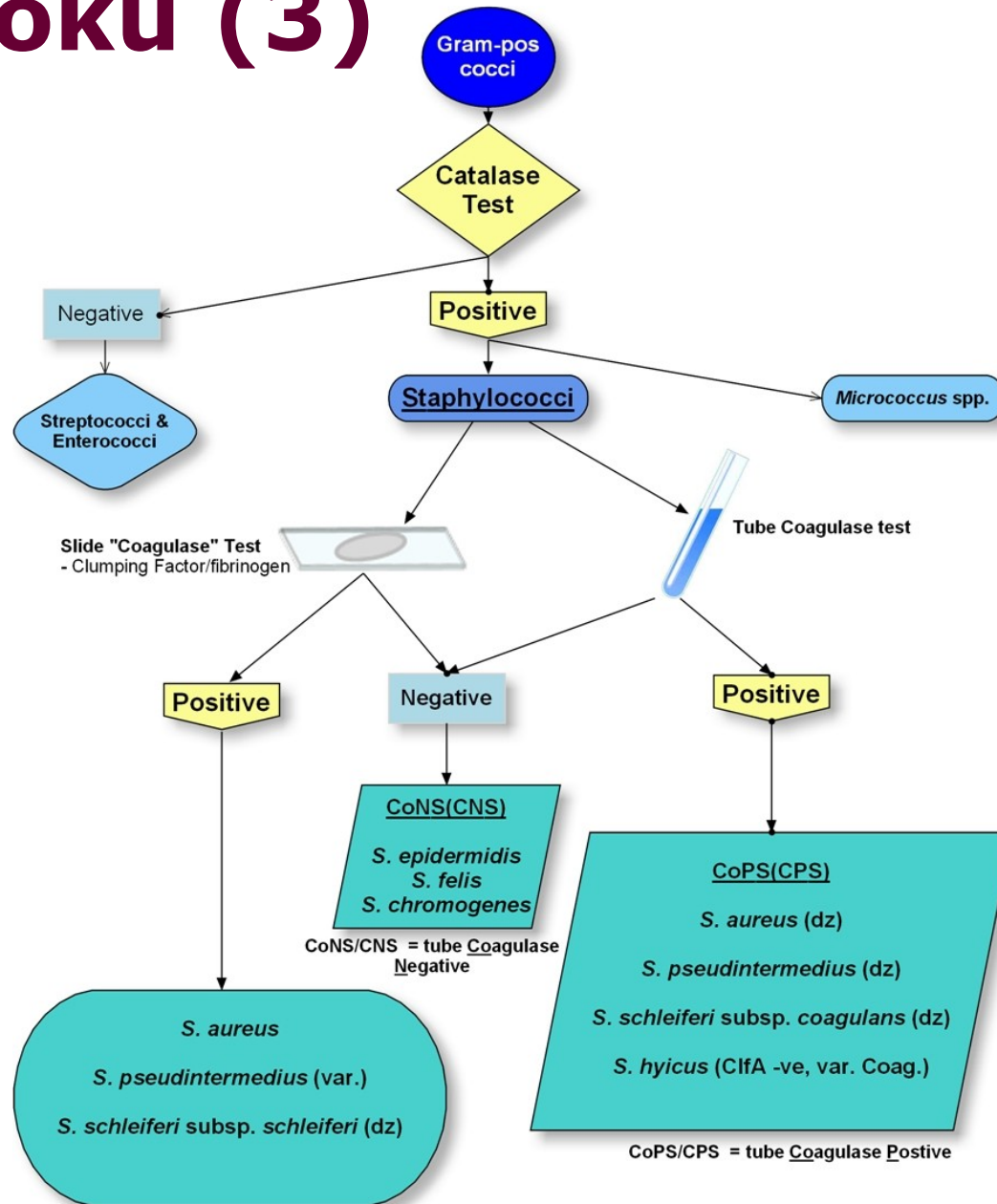
Diferenciální diagnostika stafylokoků

- **určení do rodu *Staphylococcus*:**
 - Gramovo barvení: rozlišení **G+/G-**, **kok/tyčka**
 - kultivace na selektivní půdě (**KA s 10 % NaCl**, 6,5 % NaCl se využívá pro kultivaci enterokoků)
 - **katalázový test pozitivní** (prokázání enzymu katalázy, 3% H₂O₂), oxidáza negativní
- **rozlišení *S. aureus* od CoNS** (koag. neg. stagylokoky)
 - *S. aureus* má pozitivní koagulázu vázanou (clumping factor) i volnou a hyaluronidázu
- další **rozlišení v rámci rodu pomocí komerčních testů** (např. STAPHYtest 16 atd.)

Diferenciální diagnostika stafylokoků (2)

- méně spolehlivá vodítka:
 - CoNS produkují je delta hemolysin, zlatý stafylokok i alfa a beta hemolysin → ***S. aureus* má výraznější hemolýzu na KA**
 - ***S. aureus*** má větší průměr kolonií a nazlátlé zbarvení (hlavně po delší kultivaci)
 - *S. aureus* tvoří větší shluky v mikroskopii

Diferenciální diagnostika stafylokoků (3)



dz = double-zone hemolysis
var. = variable (10 - 90%)
ClfA = Clumping Factor

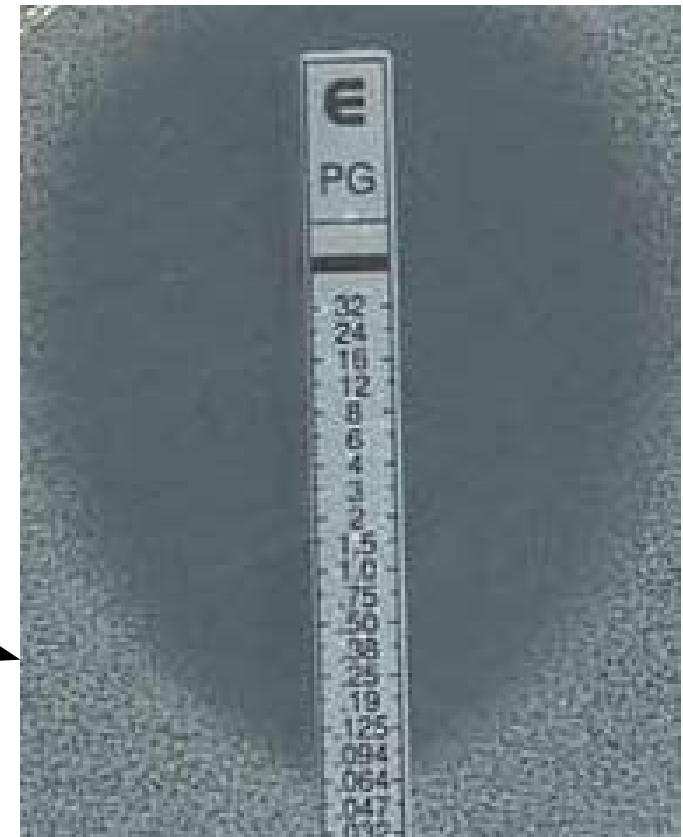
Testování citlivosti na ATB

- diagnostiku uzavírá testování citlivosti na antibiotika, zpravidla difusním diskovým testem
- konkrétní provedení může být různé



kvalitativní testy

kvantitativní testy



ATB terapie

- u **stafylokoků** je lékem volby **oxacilin**
- u **močových infekcí cefalosporiny** první generace
- **makrolidy** jen u **alergických** osob
- **linkosamidy** mají význam u infekcí pohybové soustavy (dobrý průnik do kostní dřeně)
- aminoglykosidy raději jen v kombinaci
- **glykopeptidová antibiotika** (vankomycin a teikoplanin) jsou **rezervní**
 - u kmenů rezistentních na oxacilin, takzvaných **MRSA** a **MRSKN**
 - v případě rezistence nebo přílišné toxicity, lze také použít linezolid a další nové látky

Detekce MRSA

- **meticilin rezistentní stafylokoky** (MRSA) jsou epidemiologicky závažné kmeny, často způsobující **nozokomiální infekce**
- příčinou je změna tzv. penicillin binding proteins (PBP)
 - transpeptidázy účastnící se výstavby buněčné stěny
 - kódovány genem *mecA* (PBP2a)
 - beta-laktamy inhibují jejich účinek
- na problém upozorní malá zóna u oxacilinu (může být způsobena i jinými vlivy)
- za průkazné se považuje, je-li malá zóna nejen u oxacilinu, ale i u cefoxitinu

Úkol 1: Mikroskopie infekčního materiálu

- prohlédněte si mikroskopický **preparát hemokultury**, obarvený podle Grama
- nezapomeňte přikápnout **imerzní olej**, použijte imerzní **objektiv 100×**
- pátrejte po **grampozitivních kocích ve shlucích** a také po **leukocytech** (hlavně polymorfonukleárech), které svědčí pro bakteriální zánět



Úkol 2: Mikroskopie kultur mikroorganismů

- obarvete podle Grama čisté kultury předložených mikrobů, výsledky pozorování zakreslete a zapište
- **Gramovo barvení:**
 - **příprava:** natřít, nechat uschnout, fixovat plamenem
 - **barvení:** Gram 30 s, (voda), Lugol 30 s, (voda), alkohol 15–20 s, voda, safranin 60 s, voda, osušit, imerzní olej, imerzní objektiv zvětšující 100×
- tři kmeny budou G+ koky, jeden G– tyčka

Úkol 3: Růst na krevním agaru

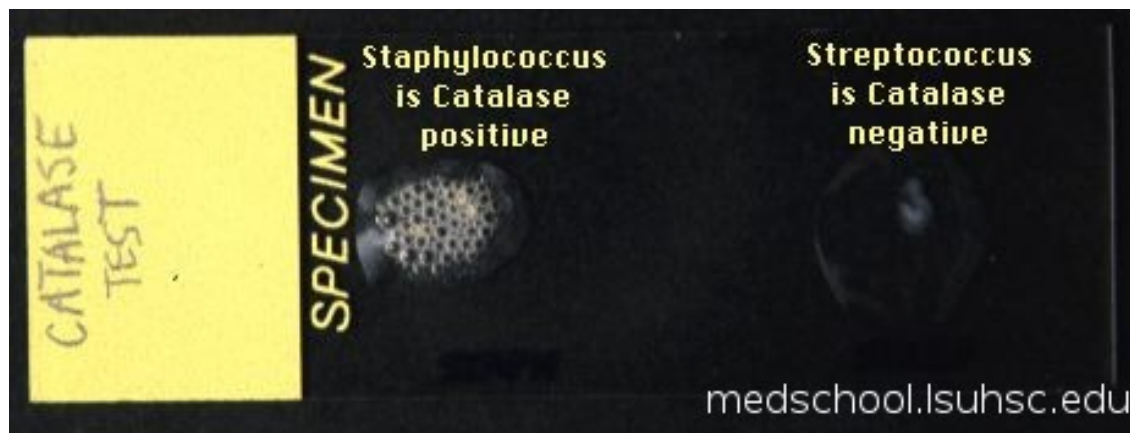
- **vyplňte tabulku na první straně** v řádcích „Úkol č. 3“
- do „jiných“ napište to zajímavé, co se nevejde jina
- snažte si povšimnout rozdílů mezi koloniemi G+ koků a G- tyčky (zvláště pak pigmenty, konzistence, hemolýza apod.)

Úkol 4: Růst bakterií na krevním agaru s 10 % NaCl

- selektivní půda pro stafylokoky
- zhodnoťte schopnost růstu předložených kmenů na krevním agaru s 10 % NaCl
- zapište „+“ pokud kmen roste a „-“ pokud neroste

Úkol 5: Katalázový test

- **prokažte přítomnost enzymu katalasy**
- setřete kličkou kolonie předložených kmenů a vnešte je do kapky 3% H₂O₂ na podložním sklíčku
- zaznamenejte reakci u všech kmenů, do tabulky pište „+“ a „-“
- nelze přeskočit předchozí kroky identifikace, pozitivní katalázu má spousta bakterií, relativně průkazná je jen tehdy, víme-li, že náš kmen je G+ kok



Úkol 6: Testy pro diferenciaci *S. aureus*

- 6a) **Test na clumping faktor** (test vázané plasmakoagulázy)
- 6b) **Plasmakoagulázový test** (test volné plasmakoagulázy)
- 6c) **Detekce hyaluronidázy**

Úkol 6a: Test na clumping faktor (test vázané plasmakoagulázy)

- kolonie se vmíchají do kapky králičí plasmy na podložním sklíčku
- pozitivita se projeví jako tvorba sraženin či vloček v kapce plasmy (viz obrázek na další obrazovce)
- nejde vlastně o koagulaci, ale o **aglutinaci** plasmy
- test není příliš spolehlivý

Clumping-Factor positiv



Clumping-Factor negativ



Úkol 6b: Plasmakoagulázový test (test volné plasmakoagulázy)

- klasický test pro odlišení zlatého stafylokoka (koaguláza pozitivního stafylokoka)
- kličkou nabrané kolonie vmícháme do králičí plasmy ve zkumavce
- pokud plasma koaguluje (má konzistenci želé), je kmen koaguláza pozitivní
- dejte pozor při zakreslování do protokolu (volná hladina vs. koagulovaná plazma)

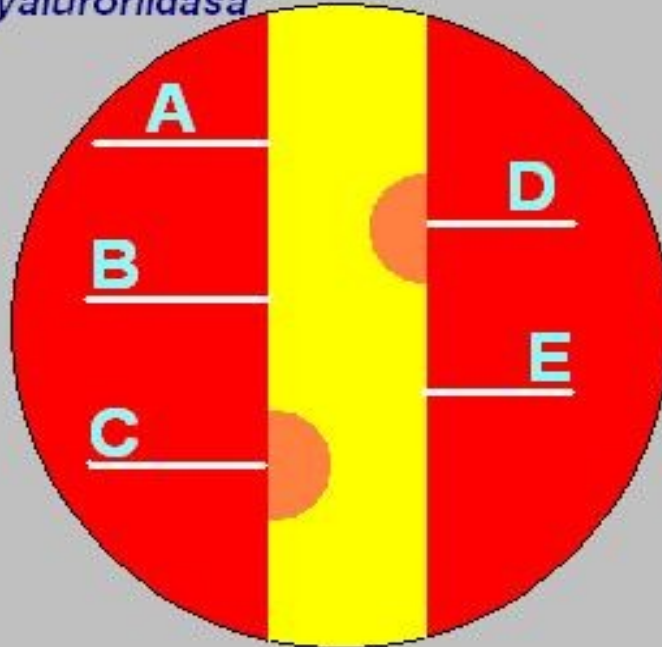


Úkol 6c: Detekce hyaluronidázy

- hyaluronidáza produkovaná zlatým stafylokokem (ne však koaguláza negativními stafylokoky) rozpouští pouzdro (kapsulu) opouzdřených bakterií
- používá se druh *Streptococcus equii*, pro člověka nepatogenní
- ztráta pouzdra se projeví změnou vzhledu streptokoka (ztráta „hlenovitosti“)
- velmi levný a spolehlivý test (na rozdíl od clumping faktoru)
- **najděte pozitivní kmen, který ve svém okolí rozpustil slizový obal streptokoka**

Úkol 6c: Detekce hyaluronidázy (2)

Hyaluronidasa



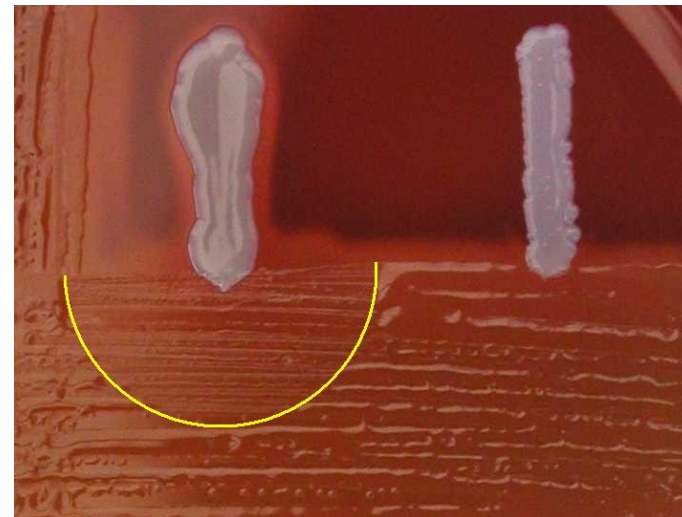
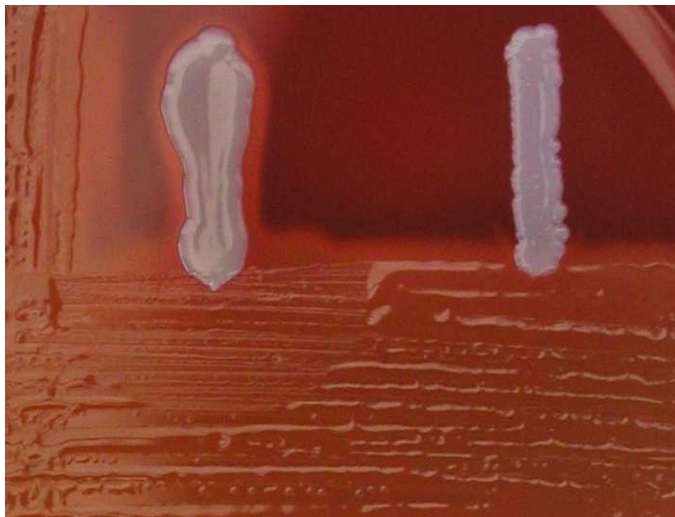
Žlutě "soplovitý" nárůst,
oranžově suché kolonie.

Bíle testované kmeny
stafylokoků.

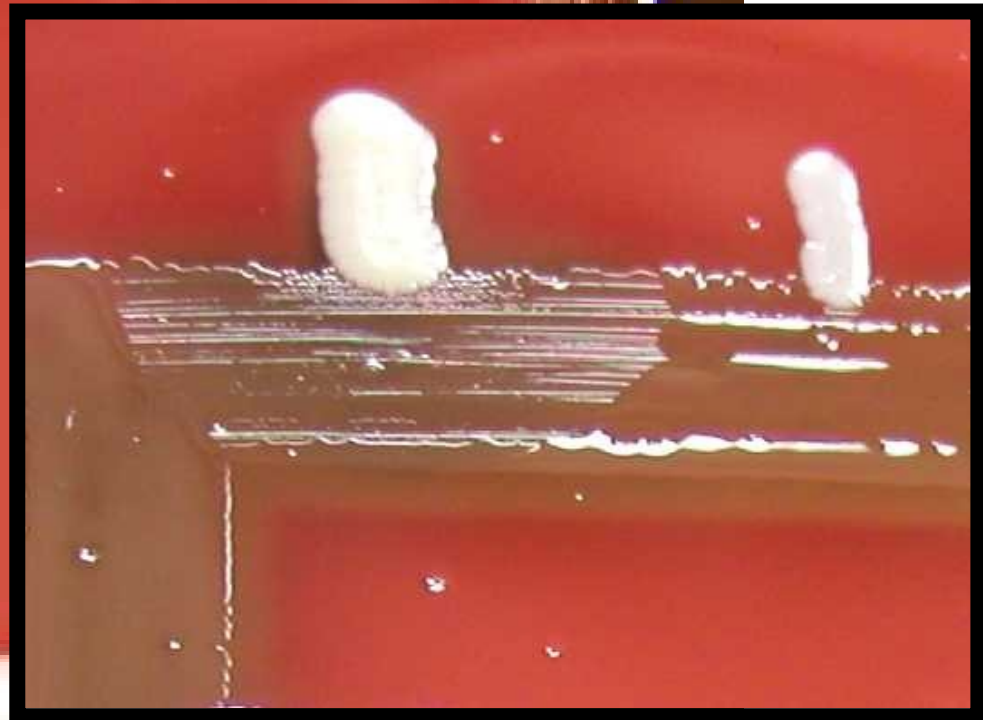
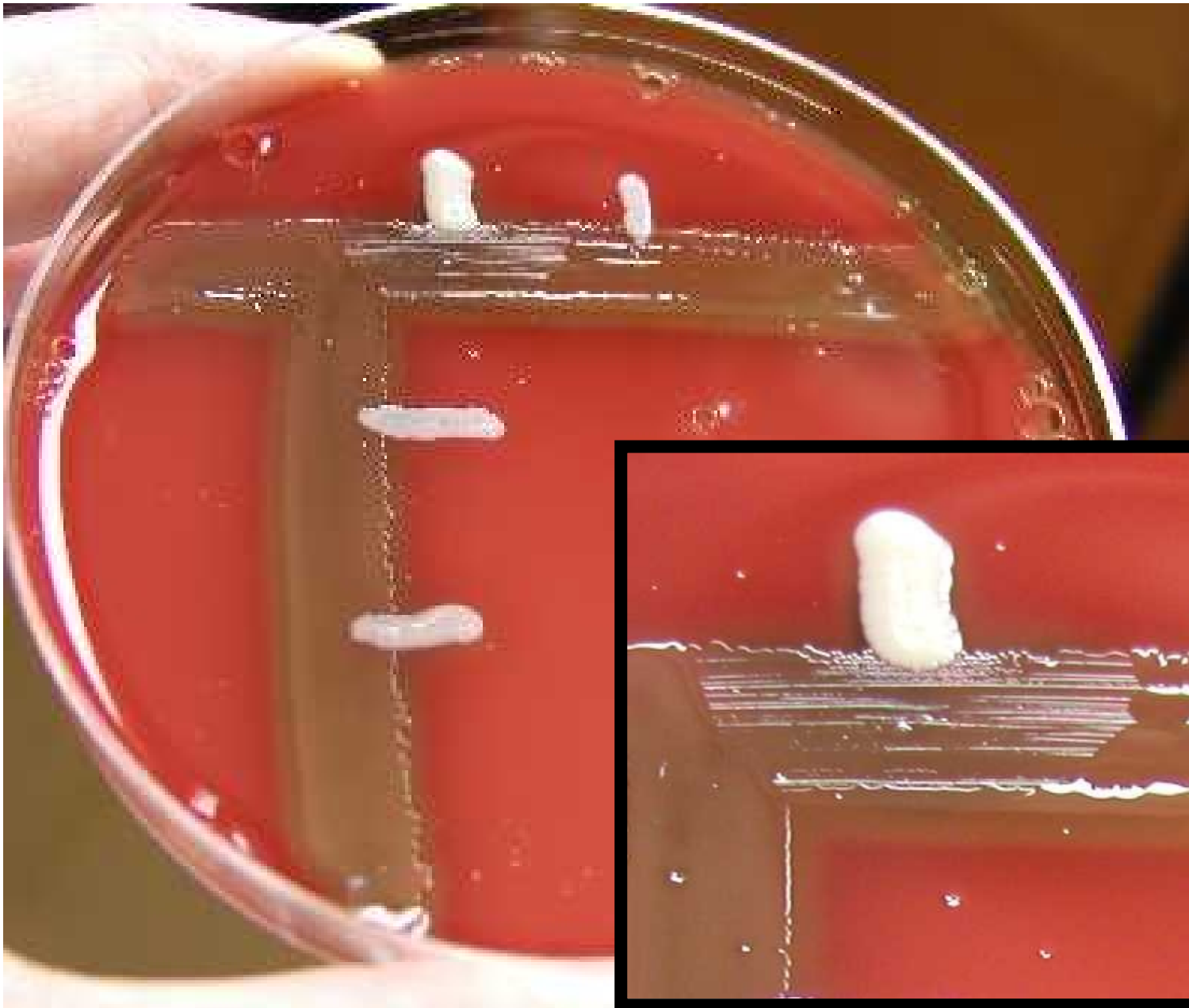
Hodnocení:

Kmeny C, D patří k druhu
Staphylococcus aureus

Kmeny A, B, E patří mezi
koagulázanegativní
stafylokoky

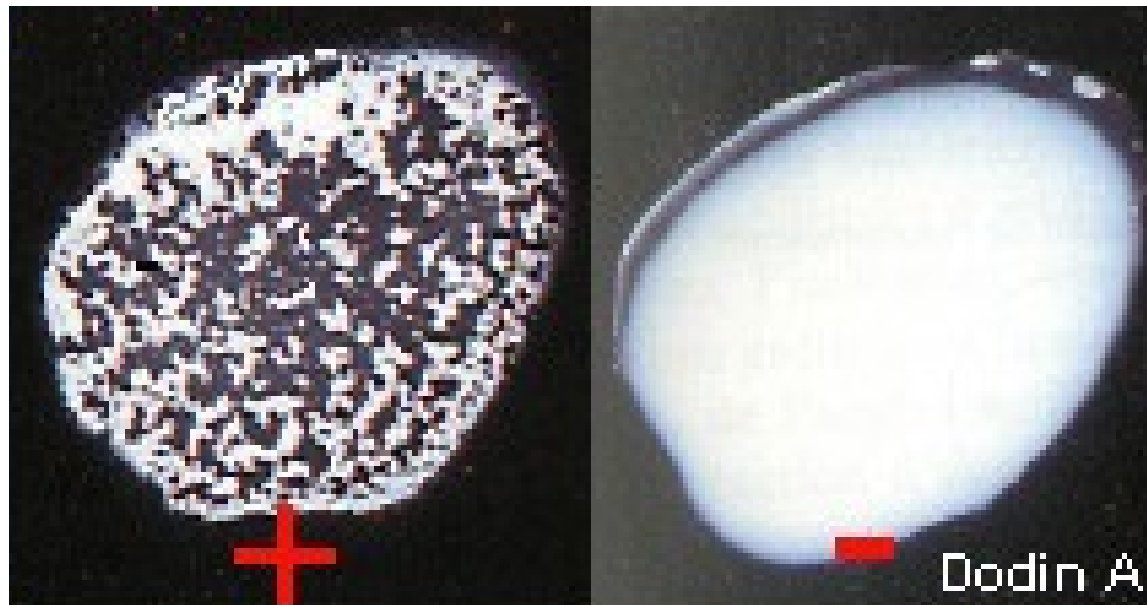


Úkol 6c: Detekce hyaluronidázy (3)

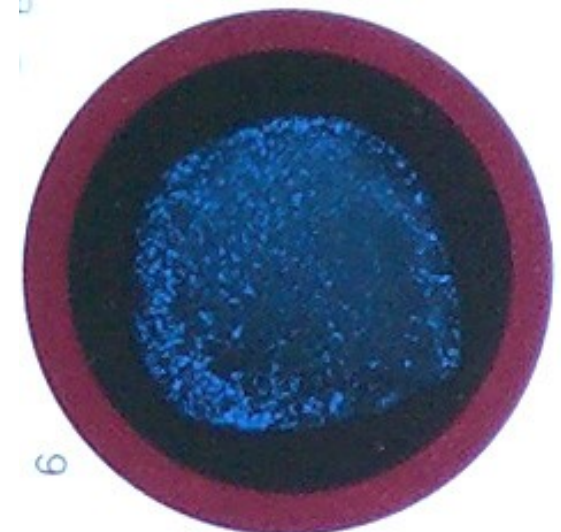
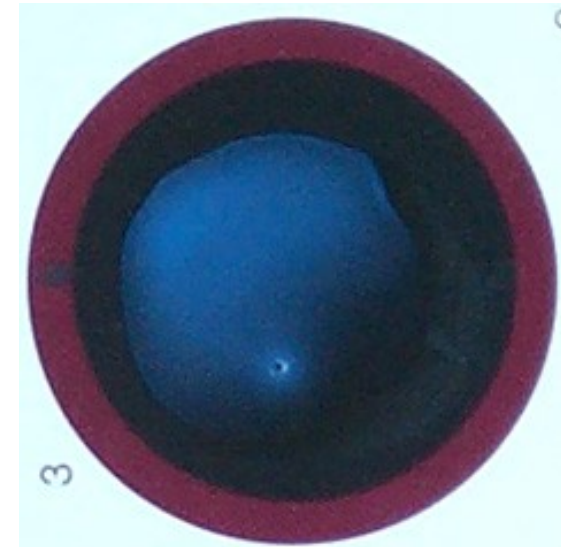


Úkol 6: Komerční testy

- v praxi je neprovádíme z důvodu finanční náročnosti
- provedením připomínají clumping factor
- jsou spolehlivější než volná koaguláza



Úkol 6: Komerční testy (Staphaurex)



Úkol 7: Bližší určení stafylokoků pomocí biochemického mikrotestu (STAPHYtest 16)



















































- za normálních okolností zlaté stafylokoky STHAPHYtestem neurčujeme, stačí nám testy z úkolů 6a, b a c, popřípadě komerční testy
- test tedy slouží k diagnostice koaguláza negativních stafylokoků

Úkol 7: Bližší určení stafylokoků pomocí biochemického mikrotestu (STAPHYtest 16) (2)

- **STAPHYtest 16, zahrnuje ve skutečnosti 17 reakcí**
- jako první se odečítá test VPT ve zkumavce. Červená tekutina ve zkumavce = pozitivní VPT, bezbarvá tekutina = negativní
- první řádek STAPHYtestu = 2. – 9. reakce
- druhý řádek STAPHYtestu = 10. – 17. reakce
- vypočítejte kód a porovnejte s kódovníkem
- kód je šestimístný (prvních pět číslic je ze trojic testů, šestá číslice je z dvojice)

Úkol 7: Bližší určení stafylokoků pomocí biochemického mikrotestu (STAPHYtest 16) (3)

- 1. kmen: 703 651 = *S. aureus*, 99,8 %, Tin=1,00

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Zkum	H	G	F	E	D	C	B	A	H	G	F	E	D	C	B	A	
	První řádek panelu									Druhý řádek panelu							
+																	
-																	
?																	
	+	+	+	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	-
	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2
	7			0			3			6			5		1		

Úkol 7: Bližší určení stafylokoků pomocí biochemického mikrotestu (STAPHYtest 16) (4)

- 2. kmen 703 241 = *S. epidermidis*, 97,95 %, $T_{in}=1,00$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
	Zkum	H	G	F	E	D	C	B	A	H	G	F	E	D	C	B	A	
		První řádek panelu								Druhý řádek panelu								
+	<input type="checkbox"/>	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
-	<input type="checkbox"/>	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
?	<input type="checkbox"/>	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		+	+	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+	+	-	
		1	2	4	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	
		7			0			3			2			4			1	

Úkol 8a: Citlivost stafylokoků k antibiotikům

- odečtěte difusní diskový test – změřte zóny a porovnejte s referenčními zónami
- máte k dispozici šestici antibiotik (FOX = cefoxitin, DA = klindmycin, E = erythromycin, SXT = ko-trimoxazol, TE = tetracyklin, C = chloramfenikol; v praxi se používají dvě šestice, označované S1 a S2, my máme test S1)
- každý set je proveden na kmen STKN (koaguláza negativního stafylokoka) a STAU (zlatého stafylokoka).

Úkol 8a: Citlivost stafylokoků k antibiotikům – zóny citlivosti

Antibiotikum	Zkr.	„C“ je-li \geq než (mm)	„I“ je-li mezi (mm)	„R“ je-li $<$ než (mm)
Cefoxitin (cefalosporin); interpretace: oxacilin a další	CXT	\geq 22/25*		22/25* *
Erythromycin (macrolid)	E	\geq 21	18–20	$<$ 18
Clindamycin (linkosamid)	DA	\geq 22	19–21	$<$ 19
Ko-trimoxazol (směs)	SXT	\geq 17	15–16	$<$ 15
Tetracyklin (tetracyklin)	TE	\geq 22	19–21	$<$ 19
Chloramphenikol	C	\geq 18		$<$ 18

*CXT: 22 mm *S. aureus*, 25 mm koagulázanegativní stafylokoky

Úkol 8b: Demontrace screeningové pŕdy na MRSA

- máte několik kmenŕ na speciální screeningové pŕdĕ pro MRSA (opakování z jarního semestru)
- **modré kolonie** jsou kolonie kmenŕ **MRSA**
- **rŕžové či bílé kolonie** jsou **methicilin rezistentní kolonie jiných stafylokokŕ**, než je *S. aureus*
- **žádné kolonie** znamenají, že jde o **methicilin-citlivý kmen**

Po tomto cvičení byste měli umět:

- popsat základní vlastnosti rodu *Staphylococcus*
- jmenovat nejdůležitější druhy rodu, včetně nejčastějších infekcí, které způsobují
- popsat diagnostický proces, který vede k určení izolátů až na úroveň druhu
- popsat vztah virulenčních faktorů stafylokoků a nemocí, popř. průběhu nemocí (např. vztah koagulázy a abscesů atp.) a využití těchto vlastností při diagnostice