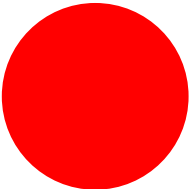


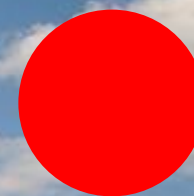


# RACIONÁLNÍ PŘÍSTUP K HEMOKULTURÁM



MUDr. Miroslava Htoutou Sedláková, Ph.D.  
Ústav mikrobiologie FNOL a LF UP Olomouc  
[miroslava.htoutousedlakova@fnol.cz](mailto:miroslava.htoutousedlakova@fnol.cz)

# CO OČEKÁVAT OD TÉTO PŘEDNÁŠKY?



- Zásady odběru hemokultur aneb: kdy, jak a kolik?
- Cesta hemokultury od odběru k výsledku
- Výsledky hemokultivací ve Fakultní nemocnici Olomouc (FNOL)



# DEFINICE POJMŮ

---

- Infekce
- Bakteriemie
- Infekce krevního řečiště (BSI)
- Sepse
- Hemokultura

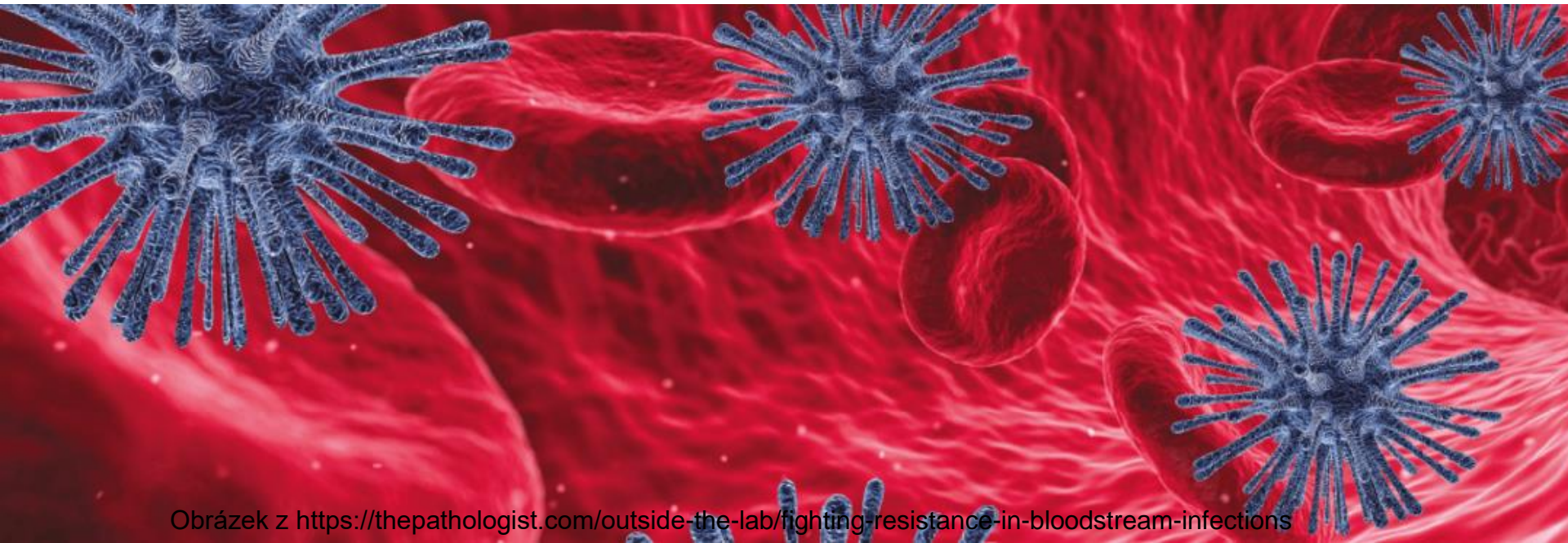
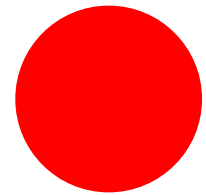


Obrázek z  
<https://www.sciencephoto.com/media/816115/view/escherichia-coli-bacteria-in-blood-illustration>

# INFEKCE

---

- Nefyziologická interakce mezi bakterií a makroorganismem, která způsobuje patofyziologické děje na buněčné úrovni a vede (nebo také ne) k laboratorním a klinickým známkám onemocnění



# BAKTERIEMIE

---

- Přítomnost životaschopných bakterií v krvi (může být tranzientní, intermitentní, kontinuální)

# INFEKCE KREVNÍHO ŘEČIŠTĚ (IKR, BSI)

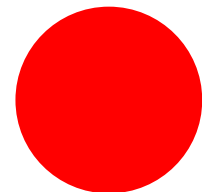
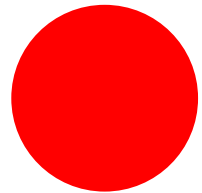
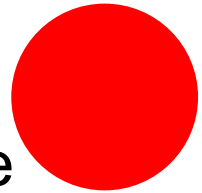
---

- Klinický syndrom, při kterém je průnik bakterií do krevního řečiště provázen celkovými známkami infekčního procesu (horečkou, třesavkou, nevolností, tachykardií atd.)

# SEPSE

---

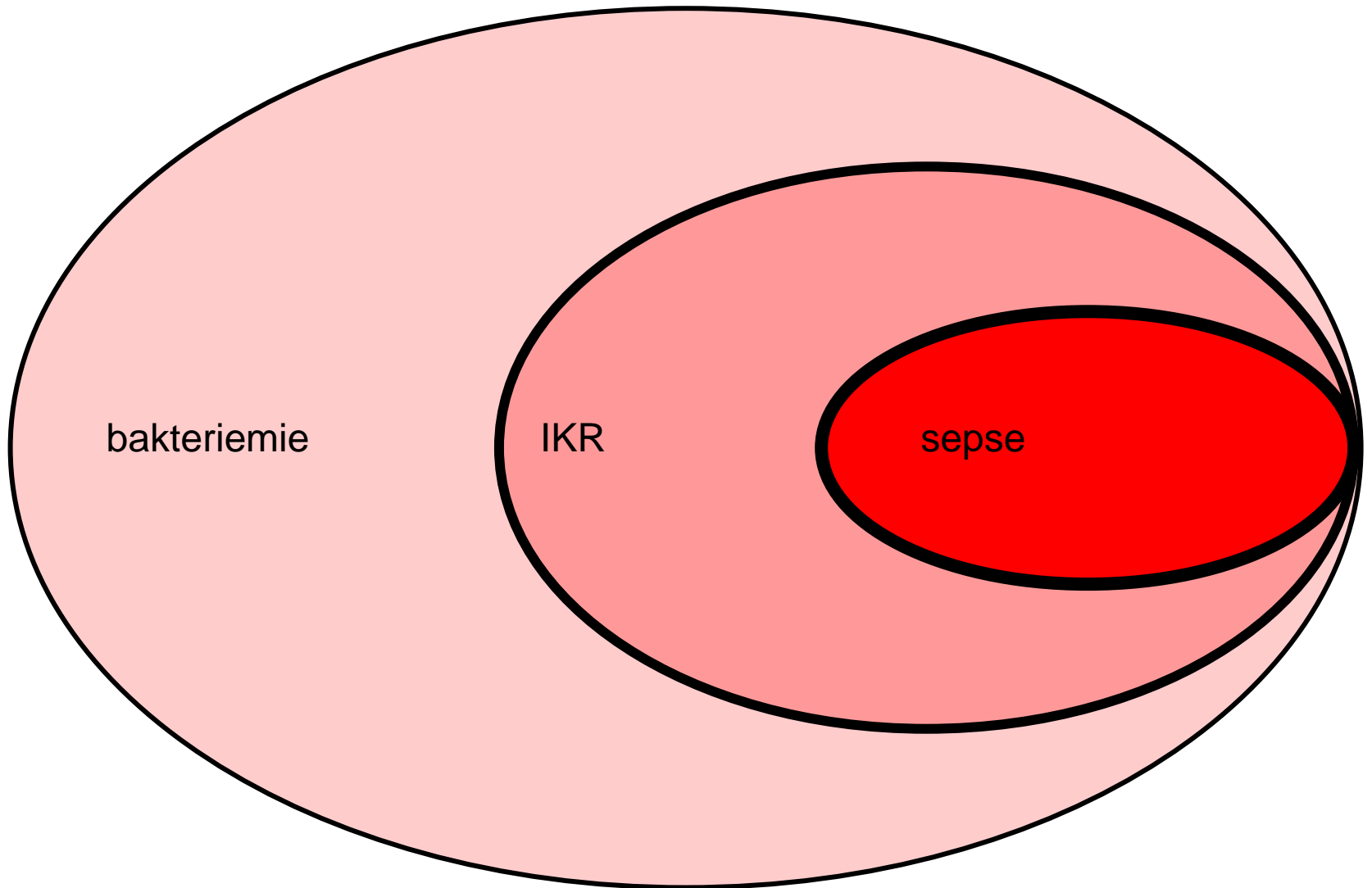
- Život ohrožující orgánová dysfunkce způsobená aberantní odpovědí na infekci





zdraví

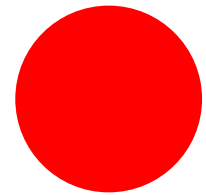
patologický stav





# HEMOKULTURA

---



- Všechny hemokultivační lahvičky inokulované krví z jednoho odběru.
- Minimální počet inokulovaných lahviček jsou **dvě**: aerobní a anaerobní
- Optimální jsou 3 inokulované lahvičky:
  - aerobní, anaerobní, mykotická
  - 2x aerobní, 1x anaerobní



Obrázek stáhnut z <https://microbeonline.com/blood-culture-test-information-patient/>

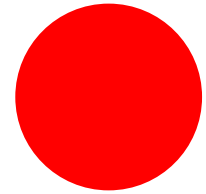
# INDIKACE K ODBĚRU HEMOKULTUR

---

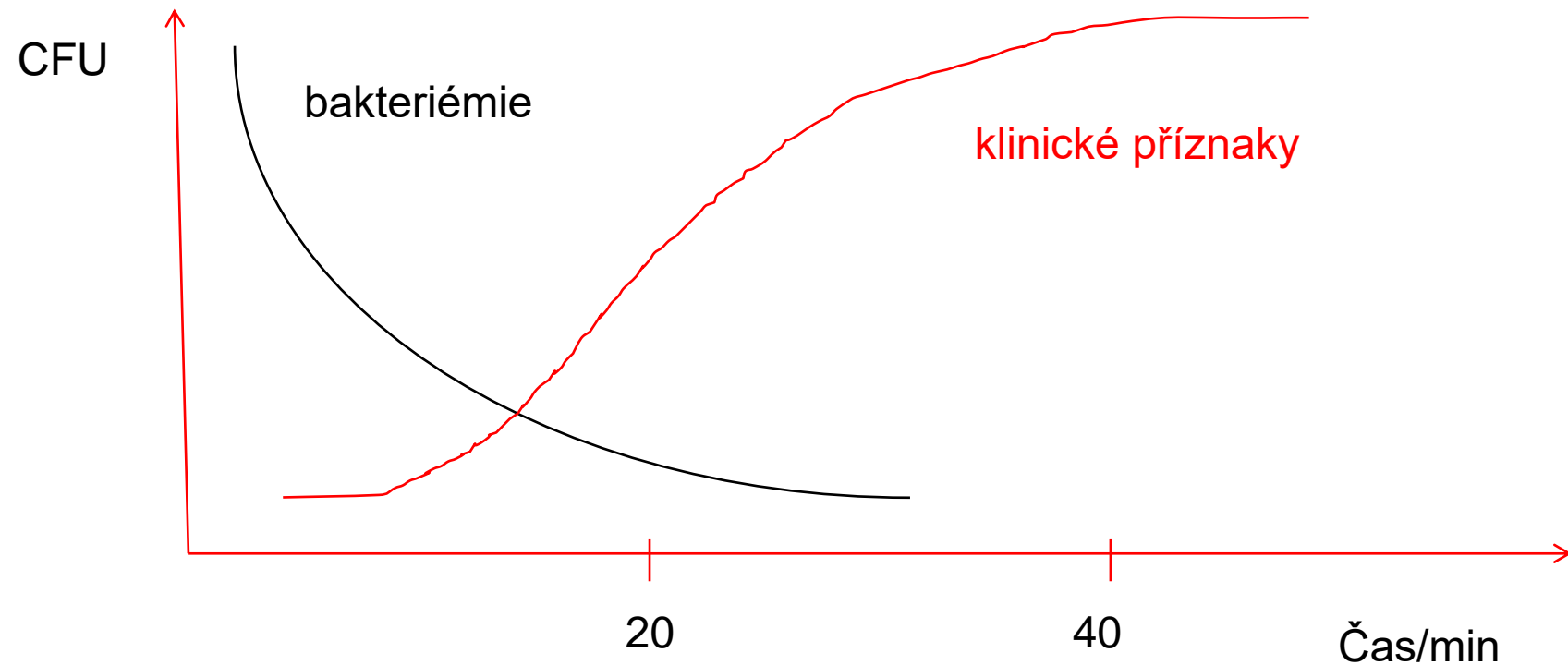
- Přítomnost klinických kritérií **sepsy** nebo septického šoku (horečka ( $\geq 38^{\circ}\text{C}$ ) nebo hypotermie ( $\leq 36^{\circ}\text{C}$ ), třesavka, zimnice, tachykardie, tachypnoe, hypo- nebo hypertenze, nevolnost, somnolence, zmatenost...)
- Podezření na **systemové rozšíření orgánové infekce** (meningitida, pneumonie, pyelonefritida, pankreatitida, osteomyelitida, hnisavá artritida, absces, flegmóna...)
- Endokarditis
- FUO (především u neutropenických pacientů)



# KDY ODEBÍRAT



- Ihned po prvních příznacích sepsy
- Nezávisle na vzestupu teploty
- Před podáním ATB

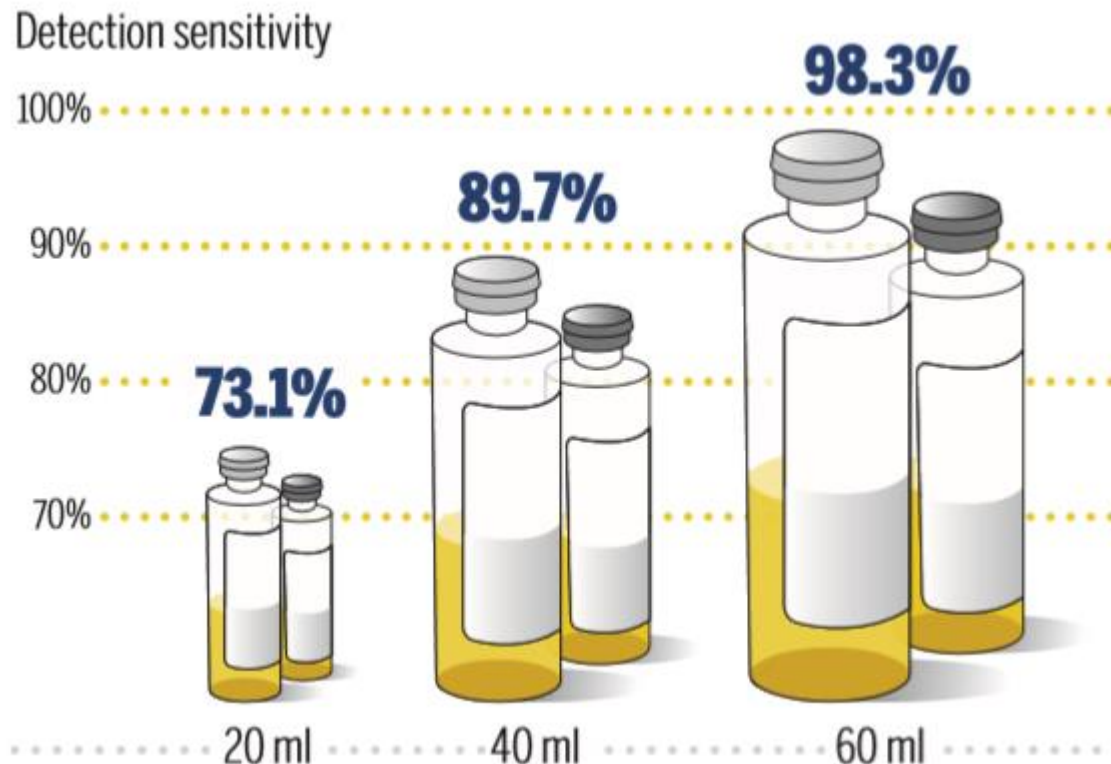


# KOLIK ODEBÍRAT

- U dospělých **20 ml** krve:
  - 10 ml aerobní lahvička
  - 10 ml anaerobní lahvička
- U dětí nad 20 kg 10 ml krve
- U dětí pod 20 kg 2 – 10 ml krve
- U novorozenců min. 0,5 ml krve



# KUMULATIVNÍ SENZITIVITA HEMOKULTUR ZA 24 HOD

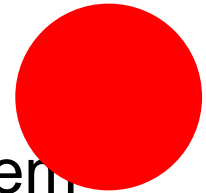


Adapted from Lee A, Mirrett S, Reller LB, Weinstein MP. Detection of Bloodstream Infections in Adults: How Many Blood Cultures Are Needed? *J Clin Microbiol* 2007;45:3546-3548.

# KOLIK ODEBÍRAT

---

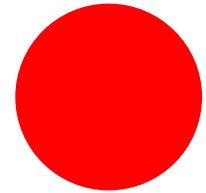
- U dospělých a náctiletých 2 - 4 hemokultury během **první hodiny** (u subakutní endokarditidy nebo FUO může být delší interval)
- Další 2 – 4 hemokultury po 24-48 hodinách, pokud je kultivace předešlých hemokultur negativní
- U katetrové infekce odebrat párovou hemokulturu, tj. paralelní odběr z periferní vény a z centrálního katetru
- U novorozenců jen aerobní
- U malých dětí s komunitní infekcí stačí jen jedna hemokultura





# JAK ODEBÍRAT

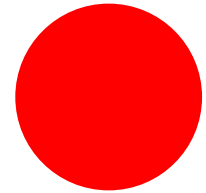
---



- Z periferní vény v kubitální jamce
- Po dezinfekci místa odběru znovu nepalpovat
- Arteriální punkce nepřináší žádné výhody
- Intravaskulární katétr či port připadá v úvahu jen ve výjimečných případech
- Zásady asepse:
  - Hygienická dezinfekce rukou
  - Jednorázové rukavice
  - Dezinfekce místa vpichu 60 s před odběrem
  - Dezinfekce membrány víčka hemokultivační lahvičky

# ULOŽENÍ A TRANSPORT

---



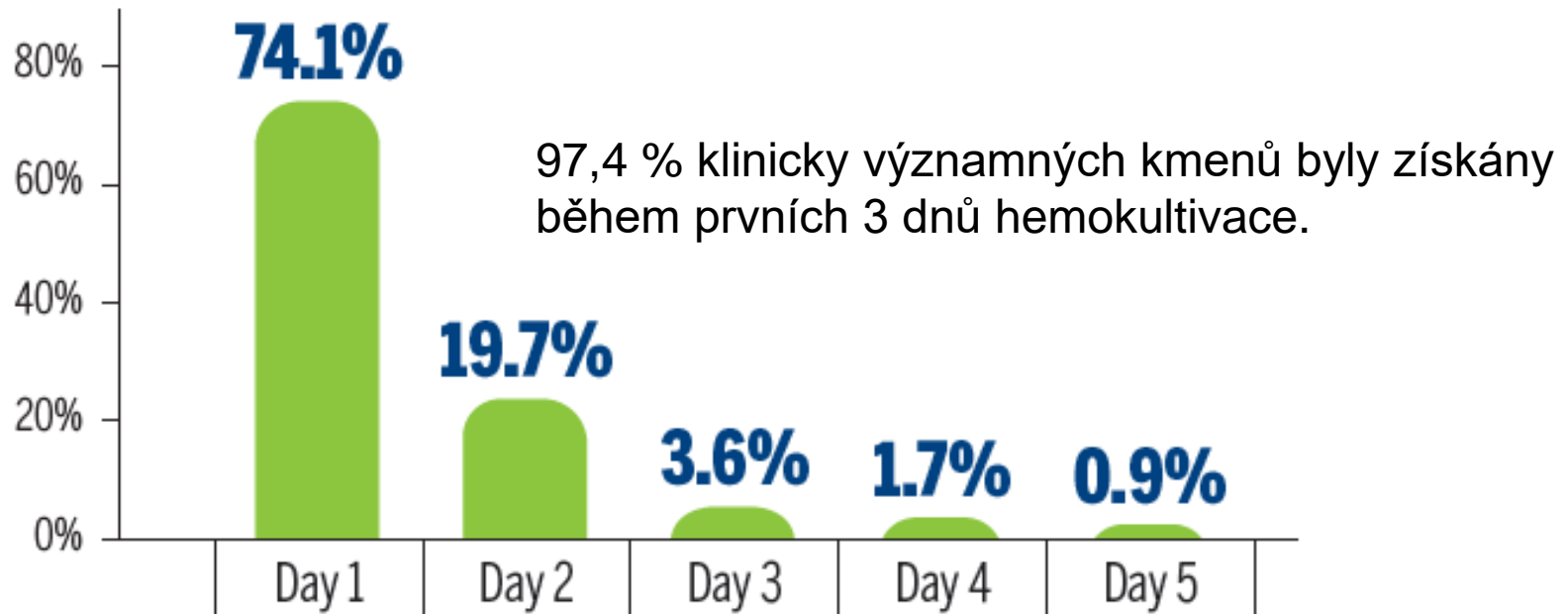
- Transport naočkovaných hemokultur pokud možno ihned (**do 2 hodin**) při pokojové teplotě
- Při odloženém transportu (přes noc) se řídit podle pokynů výrobce hemokultivačního systému (větš. **pokojová teplota**)
- Doba skladování a transportu by neměla přesáhnout 16 hodin

# ZPRACOVÁNÍ HEMOKULTUR NA MIKROBIOLOGICKÉ LABORATOŘI

- Na laboratoři jsou lahvičky vloženy do automatického hemokultivačního systému BACTEC, ve kterém probíhá kultivace do zaznamenání metabolické aktivity uvnitř lahvičky, maximálně však 5 dnů při teplotě  $35 \pm 1$  °C.

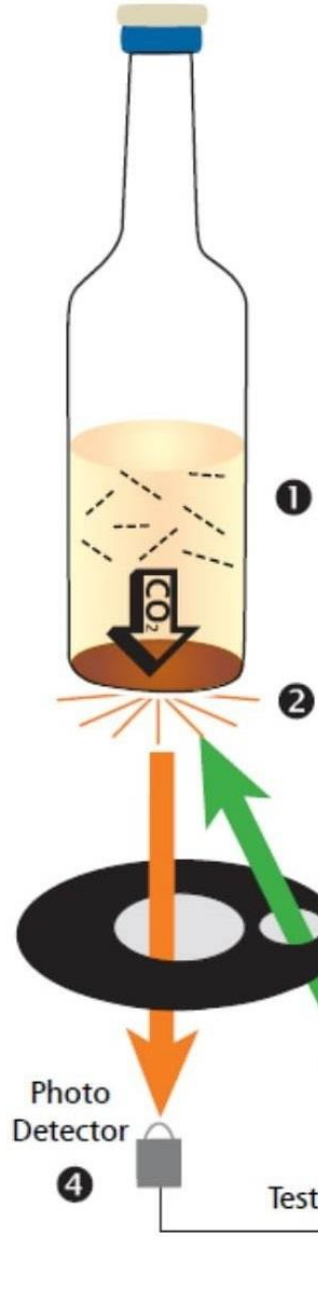


# JAK DLOUHO KULTIVOVAT

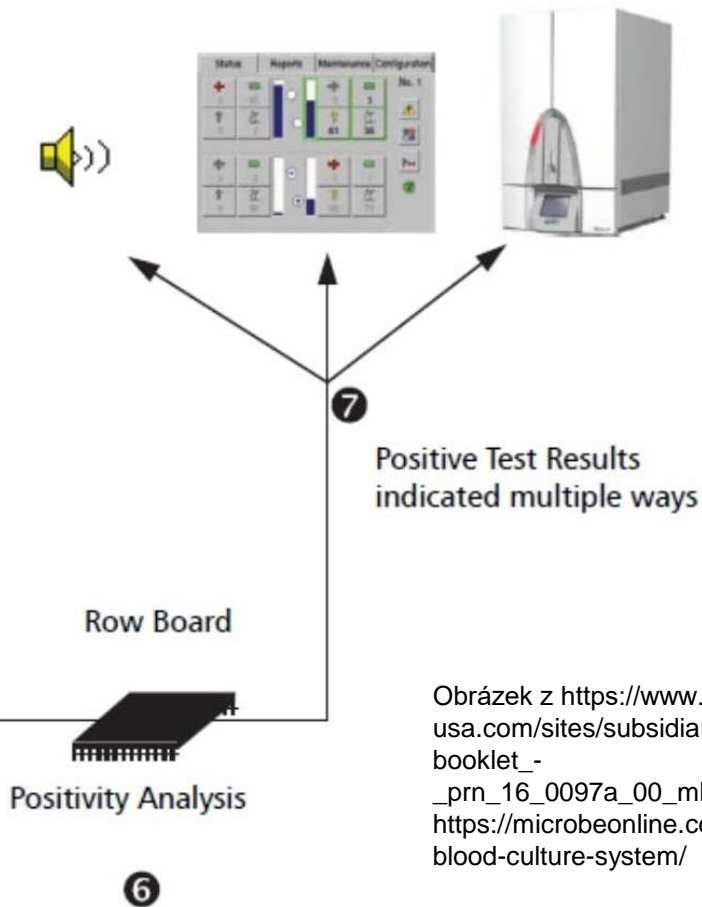


Adapted from Bourbeau PP, Foltzer M. Routine incubation of BACT/ALERT\* FA and FN blood culture bottles for more than 3 days may not be necessary. J Clin Microbiol. 2005;43:2506-2509.





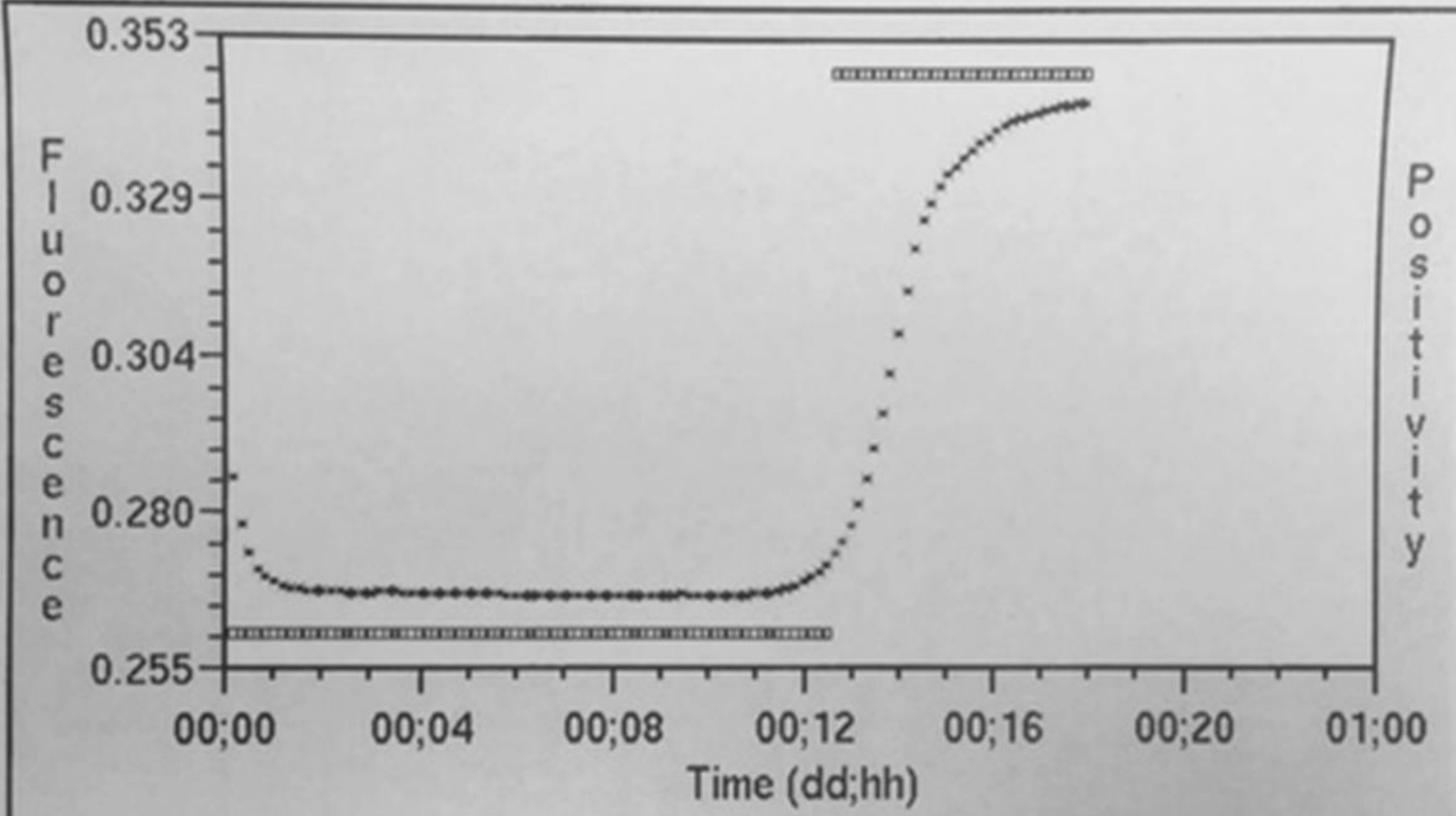
Senzor na dně lahvičky



Obrázek z [https://www.biomerieux-usa.com/sites/subsidiary\\_us/files/blood\\_culture\\_booklet\\_-\\_prn\\_16\\_0097a\\_00\\_mk\\_approved13jul161.pdf](https://www.biomerieux-usa.com/sites/subsidiary_us/files/blood_culture_booklet_-_prn_16_0097a_00_mk_approved13jul161.pdf)  
<https://microbeonline.com/bactec-automated-blood-culture-system/>

# PRINCIP AUTOMATIZOVANÝCH HEMOKULTIVAČNÍCH SYSTÉMŮ

- Bakterie při množení produkují  $\text{CO}_2$ , jehož koncentrace je měřena hemokultivačním automatem:
  - Na základě počáteční hladiny  $\text{CO}_2$  zhodnocen růst mikrobů ještě před vložením do přístroje
  - Zvýšení produkce  $\text{CO}_2$  oproti počátečnímu stavu
  - Rychlost změny hladiny  $\text{CO}_2$



Positivity

Medium: **Aerobic Plus**

TTD: (dd;hh:mm):

Status: **Positive**

00 ; 12 : 40

SOP: **07/01/2017 04:04 p.m.**

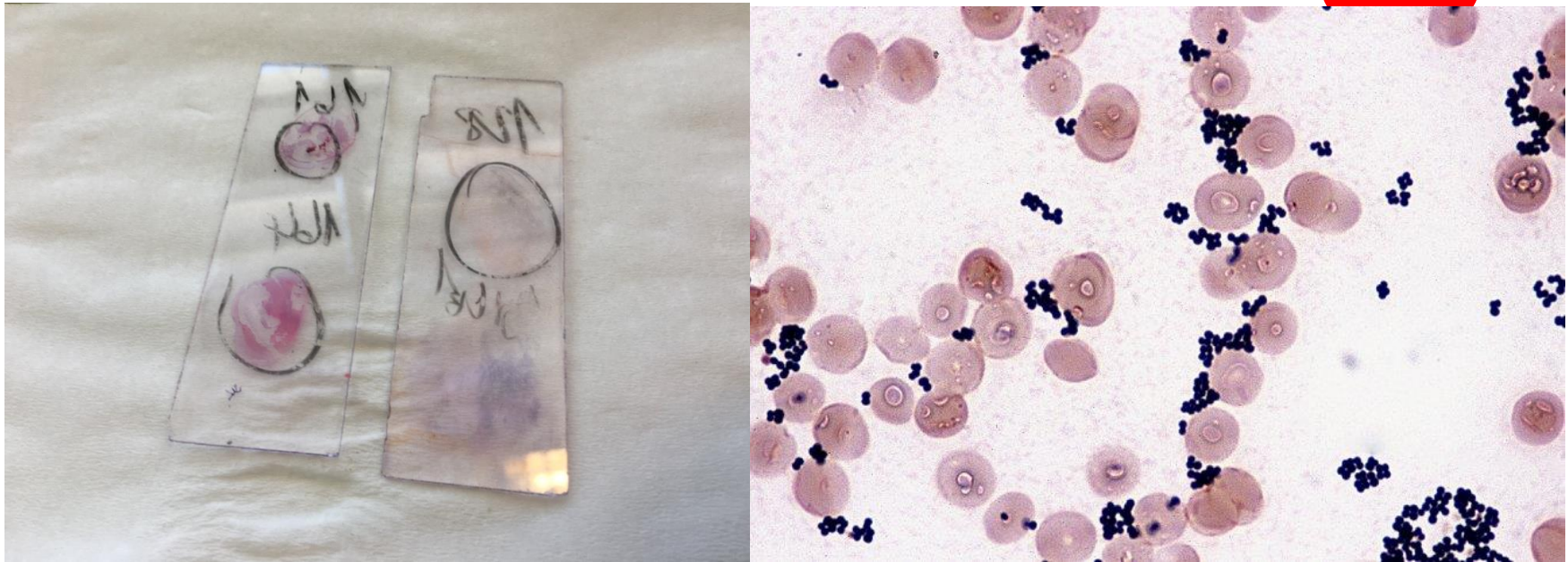


**Print**



**Exit**

# ZPRACOVÁNÍ POZITIVNÍCH HEMOKULTUR NA MIKROBIOLOGICKÉ LABORATOŘI DEN 0



- Mikroskopický preparát dle Grama, identifikace přímo z hemokultury pomocí MALDI-TOF, výsledek se hlásí žadateli o vyšetření
- Inokulace na pevné kultivační půdy, nasazení testů pro orientační citlivost/rezistenci k antibiotikům

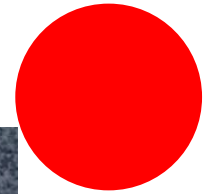


# ZPRACOVÁNÍ POZITIVNÍCH HEMOKULTUR NA MIKROBIOLOGICKÉ LABORATOŘI DEN 1

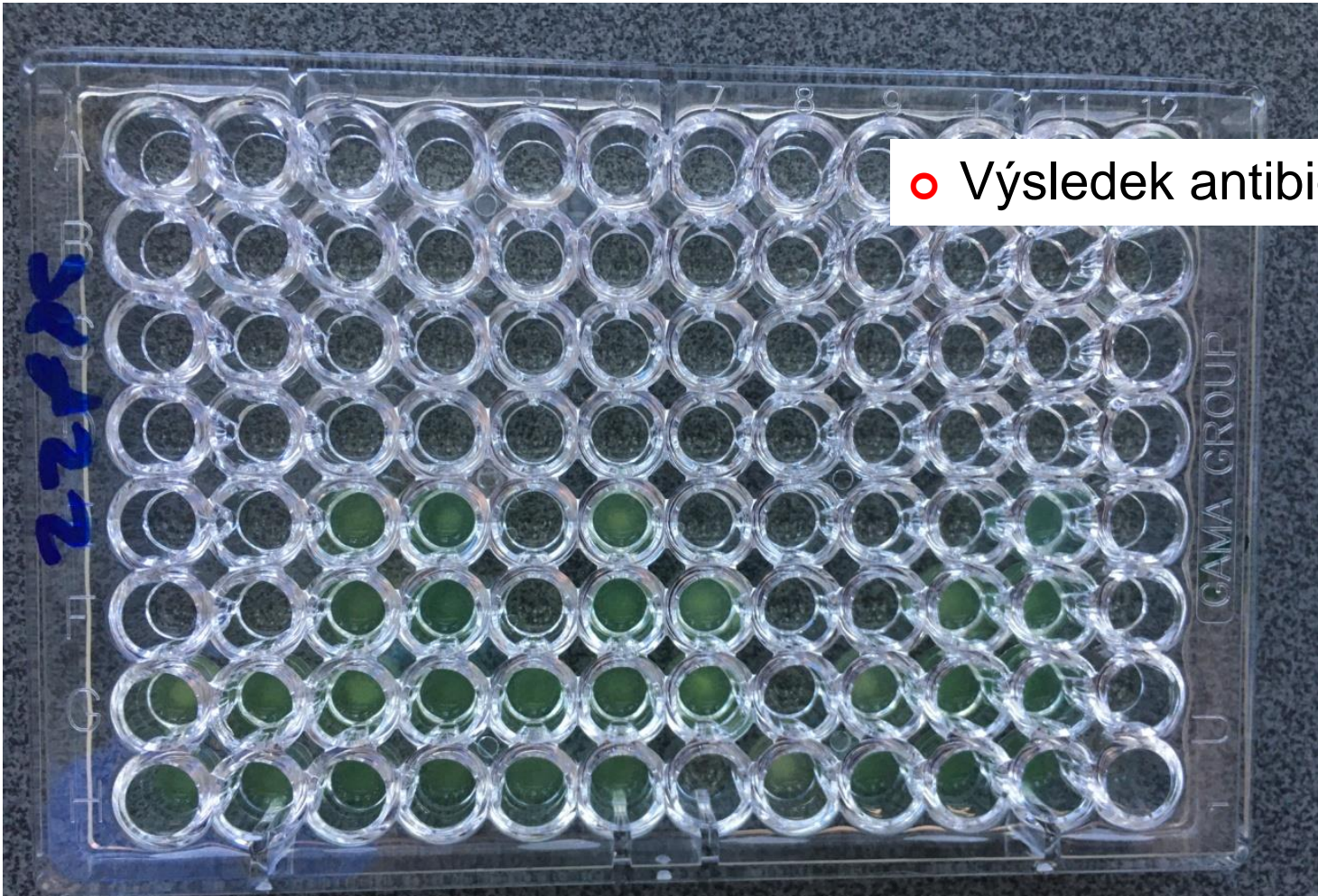


- Výsledek kultivace na pevných půdách, identifikace bakteriálního druhu, výsledek předběžného testování citlivosti k antibiotikům
- Nasazení testů pro citlivost/rezistenci k antibiotikům

# ZPRACOVÁNÍ POZITIVNÍCH HEMOKULTUR NA MIKROBIOLOGICKÉ LABORATOŘI DEN 2



○ Výsledek antibiogramu





# INTERPRETACE A SDĚLENÍ VÝSLEDKŮ

Pacient : ██████████ Odběr : 23.05.2013  
Žadatel : 89301026 30MM Příjem : 23.05.2013  
Lékař : MUDr. Mgr. Drahomíra Vrzalová (60476) Odeslání : 28.05.2013  
Diagnóza: E102 DM závislý na inzulinu s ledvinovými Plátce : 111  
Protokol: 8811/CCC/2013-1 (Konečný výsledek)  
Materiál: Hemokultura  
Komentář: 6:00 hod

## Aerobní kultivace

### Nález 1: *Escherichia coli*

Stanovení kvantitativní citlivosti (MIC v mg/l) na antibiotika:

|                            |         |                          |         |
|----------------------------|---------|--------------------------|---------|
| ampicilin.....             | 0,500 C | ampicilin/sulbactam..... | 0,500 C |
| cefuroxim.....             | 2,000 C | cefoxitin.....           | 2,000 C |
| gentamicin.....            | 0,500 C | kotrimoxazol.....        | 1,000 C |
| kolistin.....              | 1,000 C | ofloxacin.....           | 0,125 C |
| aztreonam.....             | 0,250 C | piperacilin.....         | 1,000 C |
| piperacilin/tazobactam.... | 1,000 C | cefotaxim.....           | 0,125 C |
| ceftazidim.....            | 0,125 C | cefepim.....             | 0,125 C |
| meropenem.....             | 0,250 C | ciprofloxacin.....       | 0,063 C |
| tigecyklin.....            | 0,500 C | tobramycin.....          | 2,000 C |
| amikacin.....              | 2,000 C |                          |         |

Kódy MIC citlivosti:

C=citlivé na sérové hladiny dosažitelné při běžném dávkování,

R=rezistentní

# DŮLEŽITÝ JE ČAS...

- Pacientům, kteří jsou bez adekvátní antibioterapie a progredují do septického šoku, se každou hodinu zvyšuje mortalita o 7,6 %!
- Kumar A, Roberts D, Wood KE, et al. **Duration of hypotension before initiation of effective antimicrobial therapy is the critical determinant of survival in human septic shock.** *Crit Care Med.* 2006;34(6):1589-1596.
- Proto je důležité vědět, jaká je prevalence bakteriálních druhů a jaká je jejich rezistence k antibiotikům ve Vaší nemocnici, na Vašem oddělení...
- Pomocí těchto znalostí se zvýší pravděpodobnost, že pacient dostane adekvátní iniciální antibioterapii hned od prvních příznaků sepse

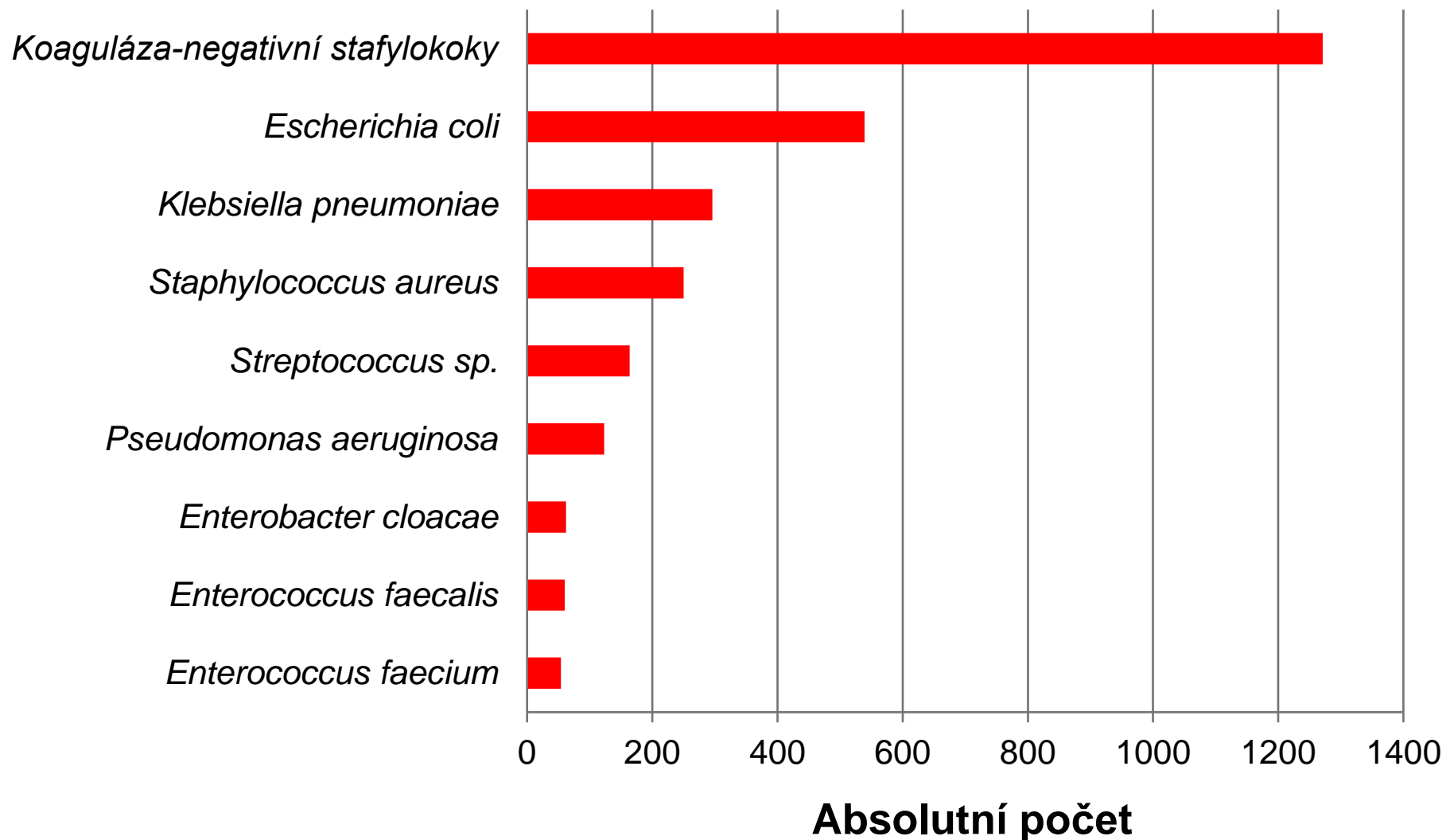
# HEMOKULTURY VE FNOL

- Ročně je přijato cca 10 000 hemokultur a mezi 600 - 700 z nich je pozitivních (tj. 6 - 7 %)





# POČET NEJČASTĚJŠÍCH BAKTERIÁLNÍCH DRUHŮ IZOLOVANÝCH Z HEMOKULTUR VE FNOL V LETECH 2015 – 2019



# ZASTOUPENÍ BAKTERIÁLNÍCH DRUHŮ V HEMOKULTURÁCH VE FNOL V LETECH 2015 – 2019 PODLE VĚKU PACIENTŮ

| Věková<br>kategorie<br>(roky)                 | 0    | 1-10 | 11-20 | 21-30 | 31-40 | 41-50 | 51-60 | 61-70 | 71-80 | 81-90 | 91-100 |
|---|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Celkový<br>počet<br>pozitivních<br>hemokultur | 164  | 119  | 65    | 98    | 145   | 267   | 544   | 895   | 710   | 331   | 62     |
| <b>KNS</b>                                    | 56 % | 42 % | 51 %  | 35 %  | 42 %  | 43 %  | 44 %  | 36 %  | 31 %  | 20 %  | 34 %   |
| <b>ESCO</b>                                   | 11 % | 3 %  | 3 %   | 3 %   | 7 %   | 14 %  | 10 %  | 16 %  | 19 %  | 33 %  | 31 %   |
| <b>KLPN</b>                                   | 6 %  | 7 %  | 2 %   | 1 %   | 5 %   | 7 %   | 11 %  | 9 %   | 10 %  | 11 %  | 9 %    |
| <b>STAU</b>                                   | 9 %  | 2 %  | 5 %   | 4 %   | 10 %  | 7 %   | 8 %   | 7 %   | 7 %   | 9 %   | 3 %    |
| <b>STR</b>                                    | 5 %  | 16 % | 6 %   | 6 %   | 6 %   | 7 %   | 3 %   | 4 %   | 5 %   | 3 %   | 5 %    |
| <b>PSAE</b>                                   | 1 %  | 6 %  | 5 %   | 3 %   | 6 %   | 3 %   | 4 %   | 3 %   | 3 %   | 5 %   | 5 %    |
| <b>ENCL</b>                                   | 2 %  | 1 %  | 2 %   | 1 %   | 0 %   | 3 %   | 1 %   | 2 %   | 2 %   | 2 %   | 0 %    |
| <b>ENFCL</b>                                  | 3 %  | 1 %  | 2 %   | 1 %   | 2 %   | 1 %   | 2 %   | 2 %   | 3 %   | 1 %   | 0 %    |
| <b>ENFCM</b>                                  | 0 %  | 1 %  | 2 %   | 1 %   | 1 %   | 3 %   | 2 %   | 2 %   | 1 %   | 1 %   | 0 %    |
| <b>Ostatní</b>                                | 7 %  | 23 % | 25 %  | 45 %  | 21 %  | 12 %  | 15 %  | 18 %  | 20 %  | 15 %  | 14 %   |

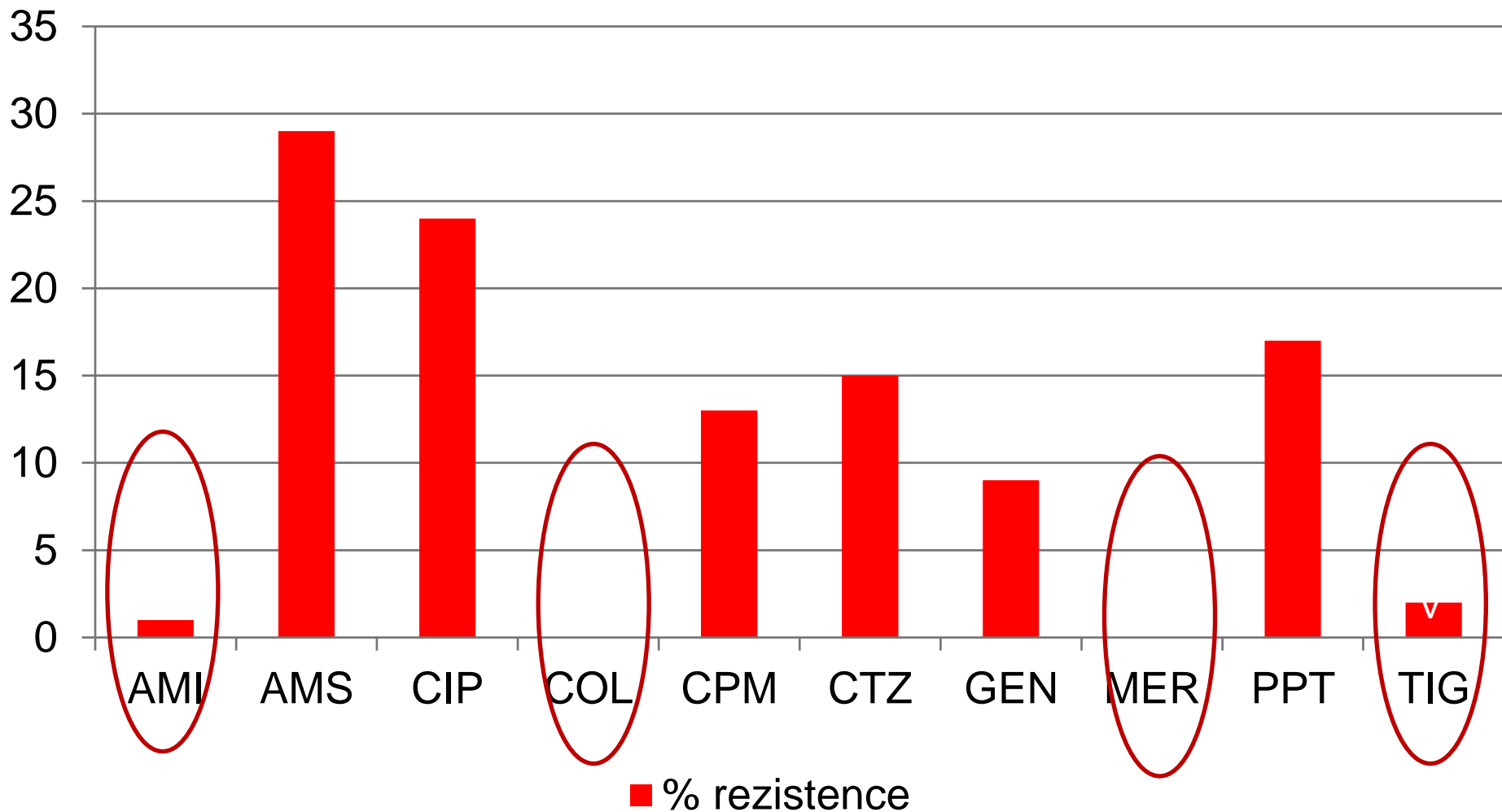
# ZASTOUPENÍ BAKTERIÁLNÍCH DRUHŮ V HEMOKULTURÁCH VE FNOL V LETECH 2015 – 2019 PODLE KLINIK

| Klinika FNOL                                | 3. IK | 1. CHIR | KARIM | IPCHO | URGENT | NOVO | DK   | HOK  |
|---|-------|---------|-------|-------|--------|------|------|------|
| <b>Celkový počet pozitivních hemokultur</b> | 353   | 209     | 250   | 269   | 218    | 137  | 189  | 665  |
| <b>KNS</b>                                  | 23 %  | 37 %    | 54 %  | 45 %  | 23 %   | 58 % | 45 % | 52 % |
| <b>ESCO</b>                                 | 31 %  | 12 %    | 4 %   | 9 %   | 26 %   | 12 % | 3 %  | 10 % |
| <b>KLPN</b>                                 | 8 %   | 12 %    | 9 %   | 11 %  | 5 %    | 6 %  | 5 %  | 7 %  |
| <b>STAU</b>                                 | 16 %  | 10 %    | 3 %   | 3 %   | 9 %    | 10 % | 3 %  | 5 %  |
| <b>STR</b>                                  | 4 %   | 1 %     | 2 %   | 2 %   | 14 %   | 3 %  | 14 % | 4 %  |
| <b>PSAE</b>                                 | 3 %   | 3 %     | 2 %   | 3 %   | 2 %    | 0 %  | 5 %  | 6 %  |
| <b>ENCL</b>                                 | 1 %   | 3 %     | 1 %   | 2 %   | 1 %    | 2 %  | 2 %  | 2 %  |
| <b>ENFCL</b>                                | 1 %   | 1 %     | 1 %   | 3 %   | 1 %    | 3 %  | 1 %  | 1 %  |
| <b>ENFCM</b>                                | 1 %   | 1 %     | 5 %   | 2 %   | 0 %    | 0 %  | 1 %  | 2 %  |
| <b>Ostatní</b>                              | 14 %  | 19 %    | 20 %  | 20 %  | 19 %   | 7 %  | 22 % | 11 % |

# ZASTOUPENÍ BAKTERIÁLNÍCH DRUHŮ V HEMOKULTURÁCH VE FNOL V LETECH 2015 – 2019 PODLE DIAGNÓZ

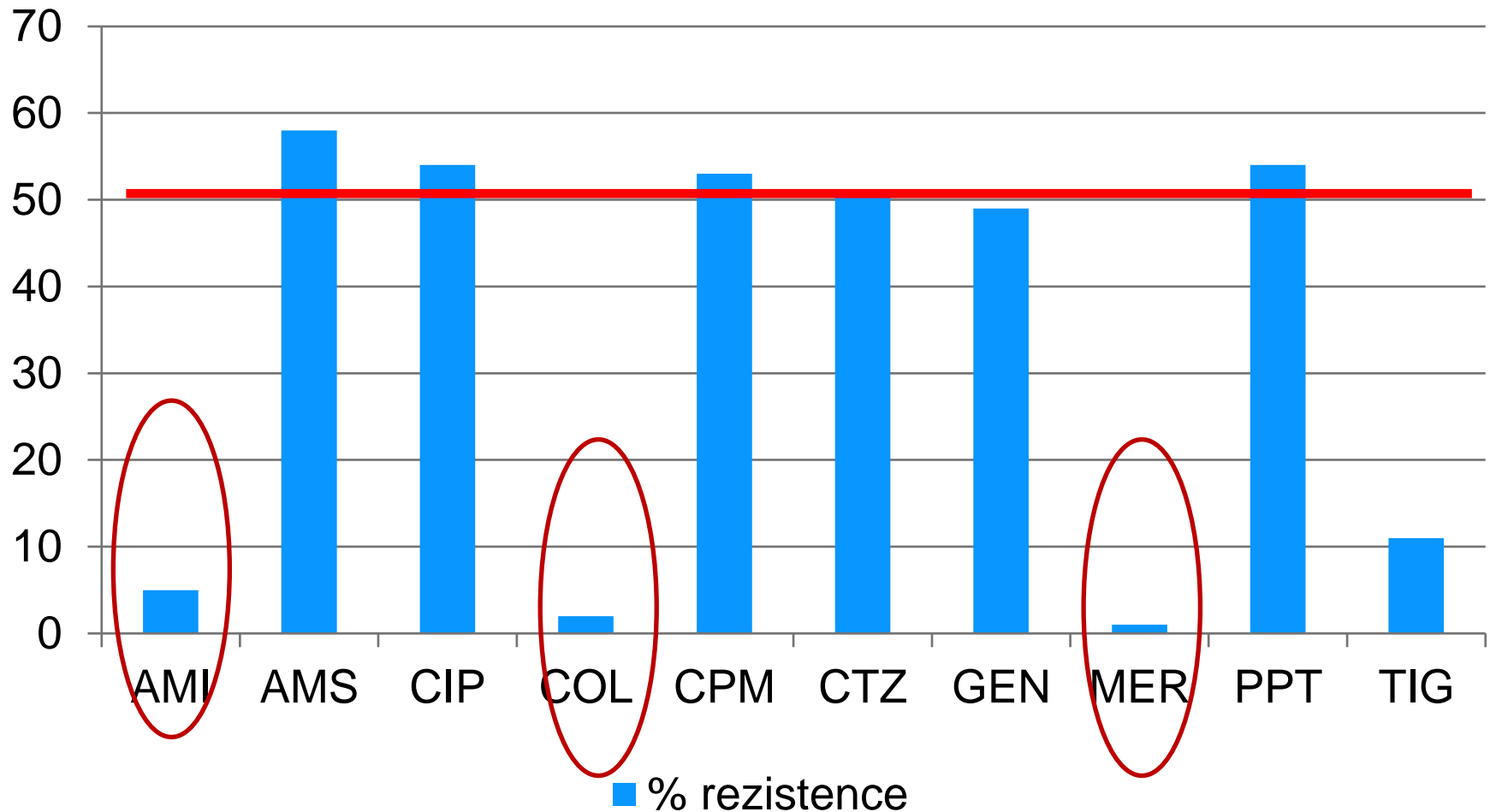
| Skupina diagnóz                             | Nemoci dýchací soustavy | Nemoci kůže a podkoží | Nemoci močové a pohlavní soustavy | Nemoci oběhové soustavy | Nemoci trávicí soustavy | Novotvary |
|---|-------------------------|-----------------------|-----------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------|
| <b>Celkový počet pozitivních hemokultur</b> | 238                     | 20                    | 178                               | 407                     | 380                     | 1145      |
| <b>KNS</b>                                  | 50 %                    | 25 %                  | 17 %                              | 40 %                    | 29 %                    | 43 %      |
| <b>ESCO</b>                                 | 8 %                     | 5 %                   | 42 %                              | 14 %                    | 20 %                    | 13 %      |
| <b>KLPN</b>                                 | 11 %                    | 0 %                   | 13 %                              | 6 %                     | 12 %                    | 9 %       |
| <b>STAU</b>                                 | 3 %                     | 15 %                  | 5 %                               | 9 %                     | 5 %                     | 6 %       |
| <b>STR</b>                                  | 5 %                     | 20 %                  | 2 %                               | 6 %                     | 2 %                     | 4 %       |
| <b>PSAE</b>                                 | 3 %                     | 5 %                   | 3 %                               | 3 %                     | 3 %                     | 5 %       |
| <b>ENCL</b>                                 | 0 %                     | 0 %                   | 2 %                               | 1 %                     | 3 %                     | 2 %       |
| <b>ENFCL</b>                                | 2 %                     | 5 %                   | 1 %                               | 2 %                     | 3 %                     | 1 %       |
| <b>ENFCM</b>                                | 4 %                     | 0 %                   | 1 %                               | 1 %                     | 2 %                     | 2 %       |
| <b>Ostatní</b>                              | 14 %                    | 25 %                  | 14 %                              | 18 %                    | 22 %                    | 16 %      |

# Průměrná rezistence kmenů *Escherichia coli* izolovaných z hemokultur ve FNOL v období 2015 - 2019

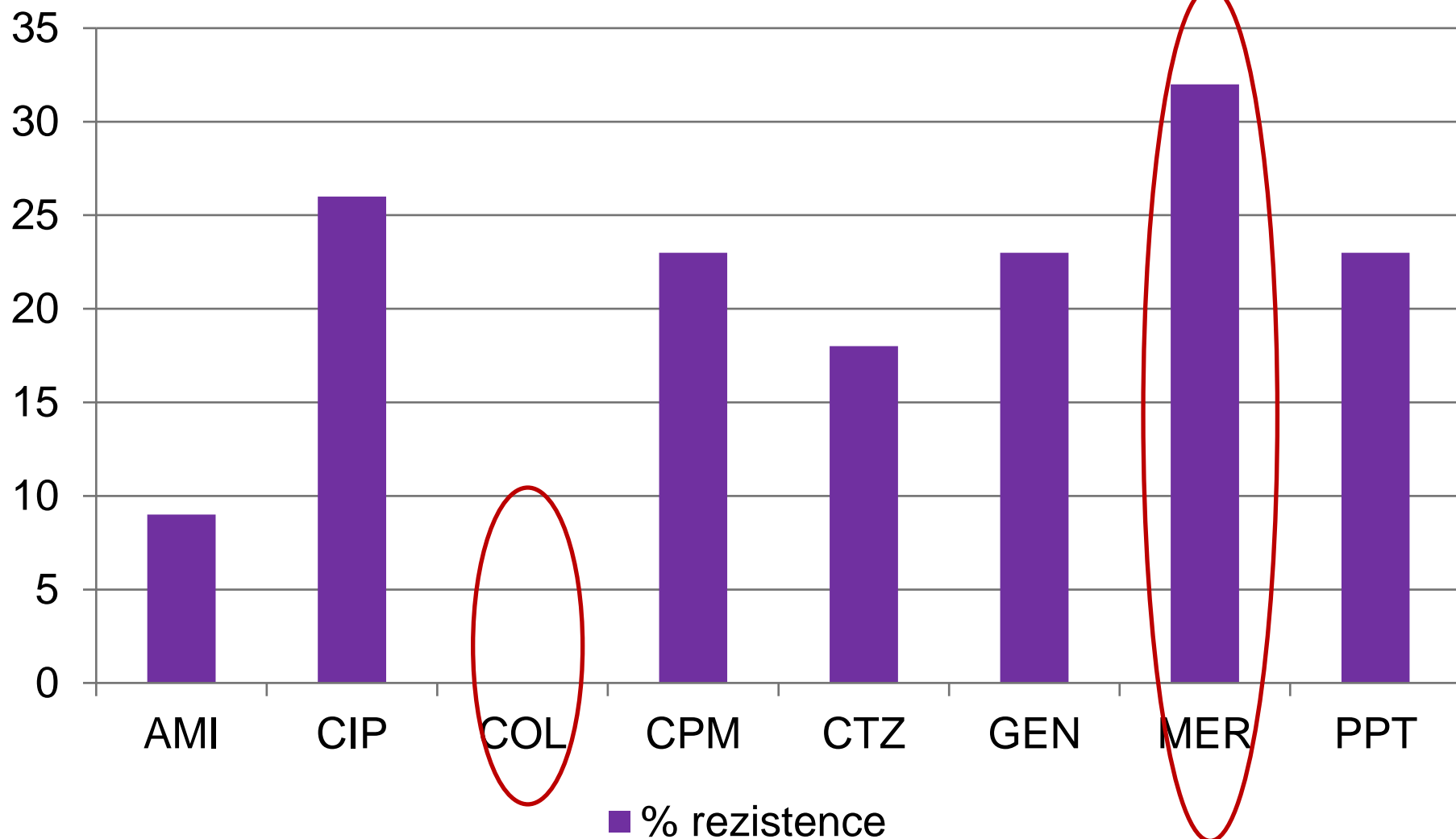




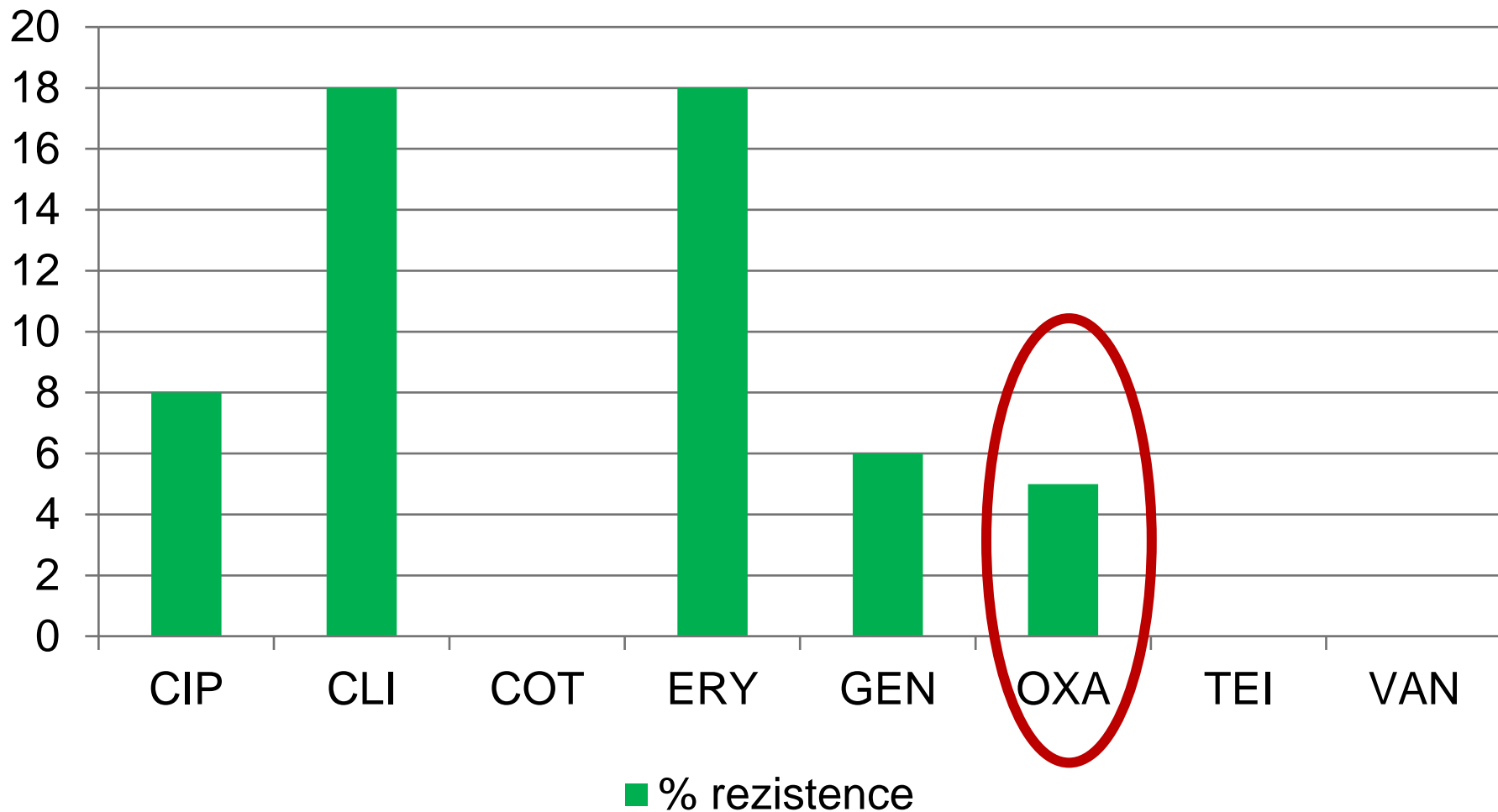
# Průměrná rezistence kmenů *Klebsiella pneumoniae* izolovaných z hemokultur ve FNOL v období 2015 - 2019



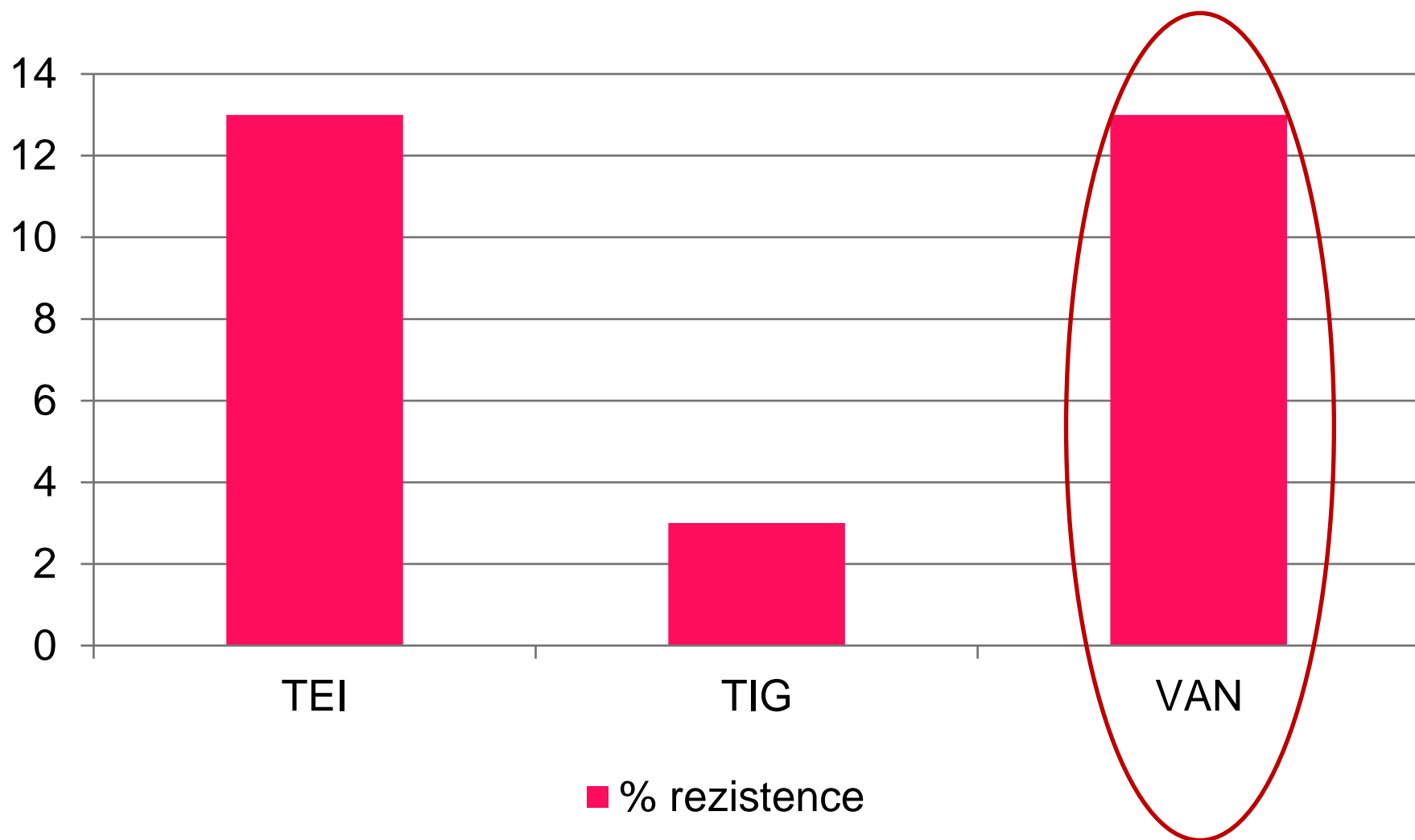
# Průměrná rezistence kmenů *Pseudomonas aeruginosa* izolovaných z hemokultur ve FNOL v období 2015 - 2019



# Průměrná rezistence kmenů *Staphylococcus aureus* izolovaných z hemokultur ve FNOL v období 2015 - 2019



# Průměrná rezistence kmenů *Enterococcus faecium* izolovaných z hemokultur ve FNOL v období 2015 - 2019



DĚKUJI ZA POZORNOST...



MENTE  
ET CORDE



Facultas Medicinae  
Universitas Palackiana  
Olomucensis