

Lékařská mikrobiologie pro ZDRL

Týden 6: Antibiotika II

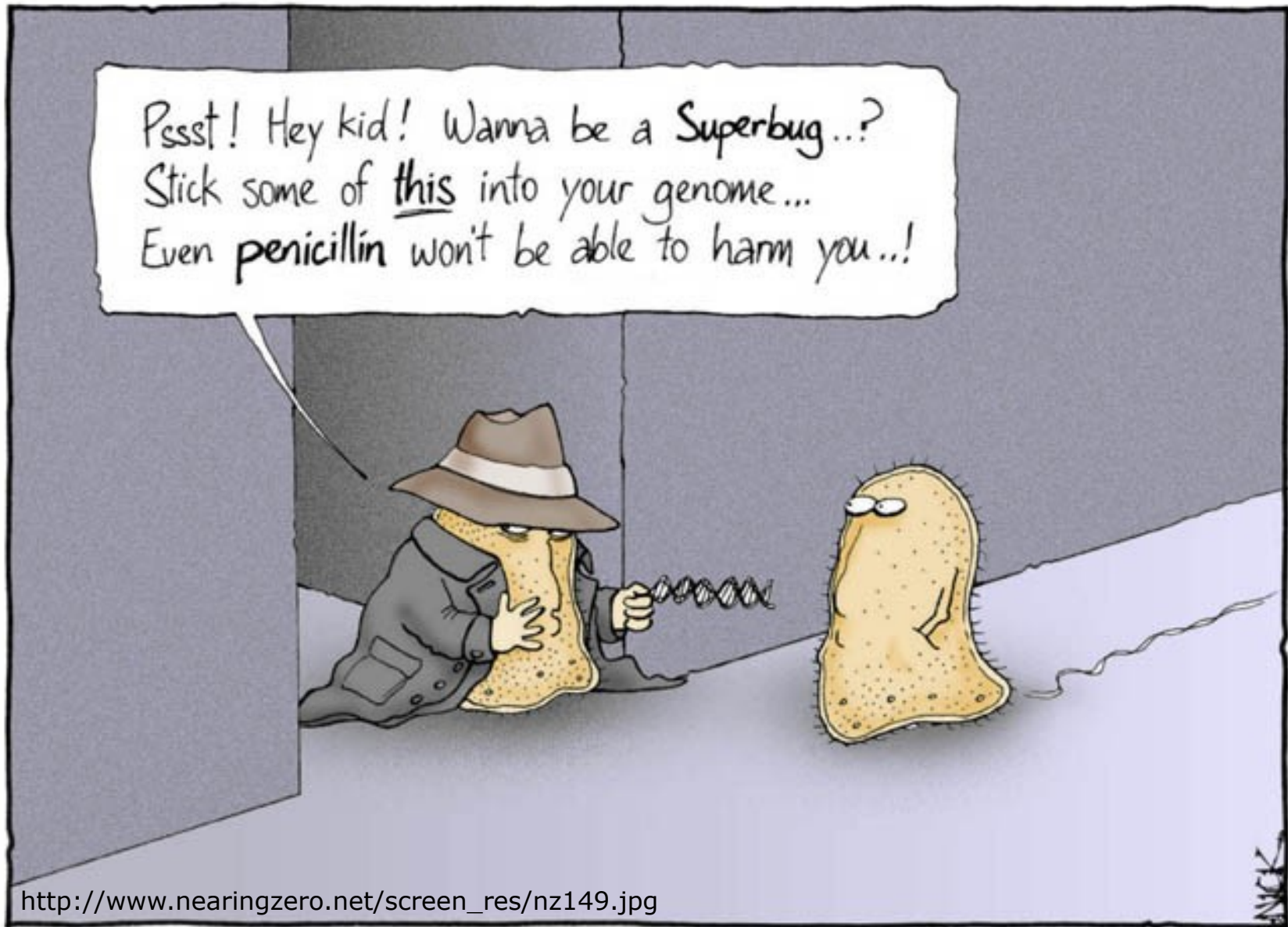
Ondřej Zahradníček 777 031 969
zahradnicek@fnusa.cz ICQ 242-234-100

Co nás dnes čeká

- Už minule jsme si udělali přehled antibiotik
- Dnes nás čeká
 - **povídání o mikrobiálních rezistencích a polyrezistentních kmenech**
 - **povídání o tzv. antibiotické politice**
- Testování citlivosti bakterií na atb nám zůstane na příště

Rezistence mikrobů na antimikrobiální látky

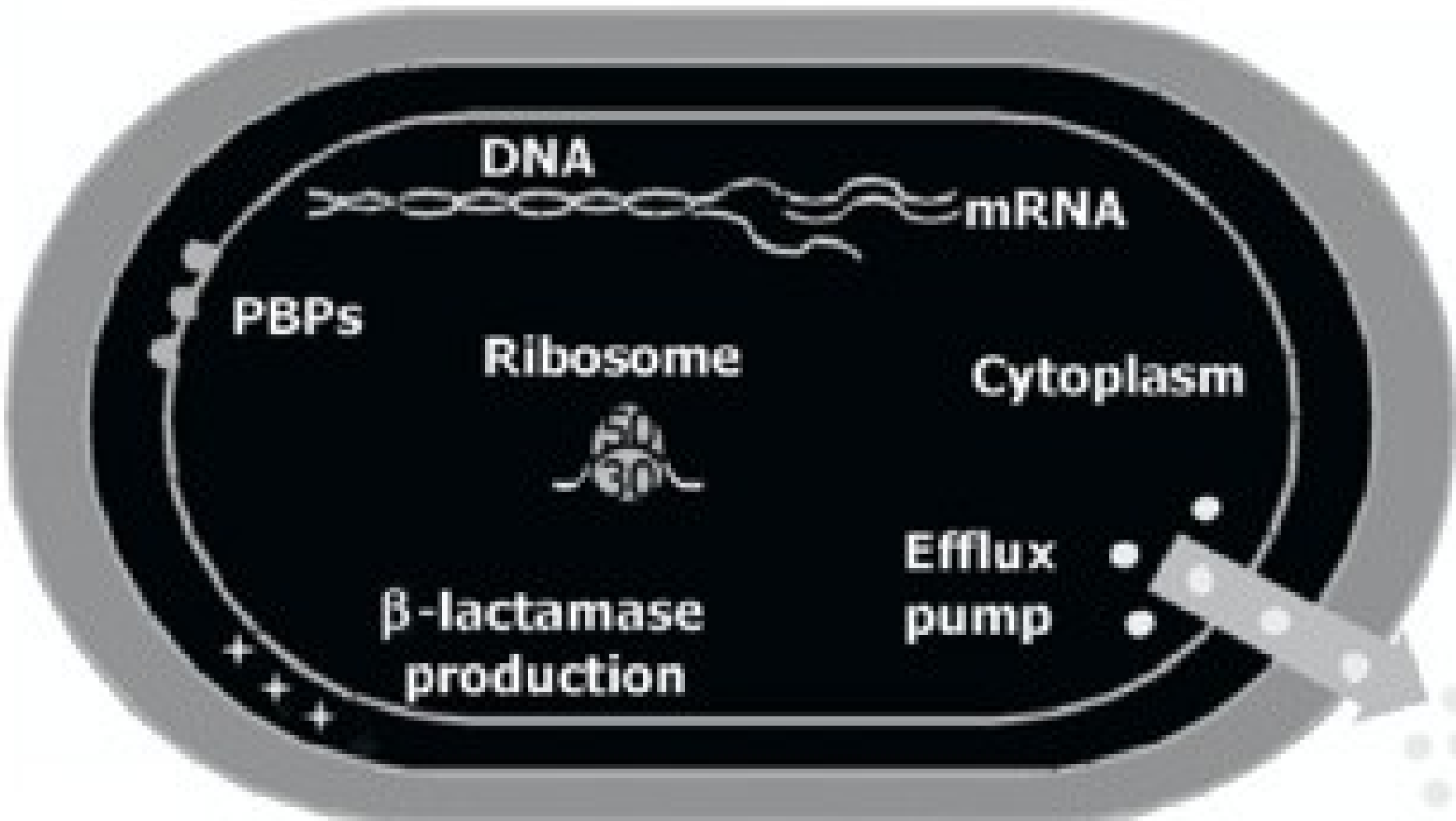
- **Primární rezistence:** všechny kmeny daného druhu jsou rezistentní. Příklad: betalaktamová atb nepůsobí na mykoplasmata, která vůbec nemají buněčnou stěnu.
- **Sekundární rezistence:** vznikají necitlivé mutanty, a ty při selekčním tlaku antibiotika začnou převažovat. (Escherichie mohou být citlivé na ampicilin, ale v poslední době výrazně přibývá rezistentních kmenů)



It was on a short-cut through the hospital kitchens that Albert was first approached by a member of the Antibiotic Resistance.

Mechanismy rezistence I

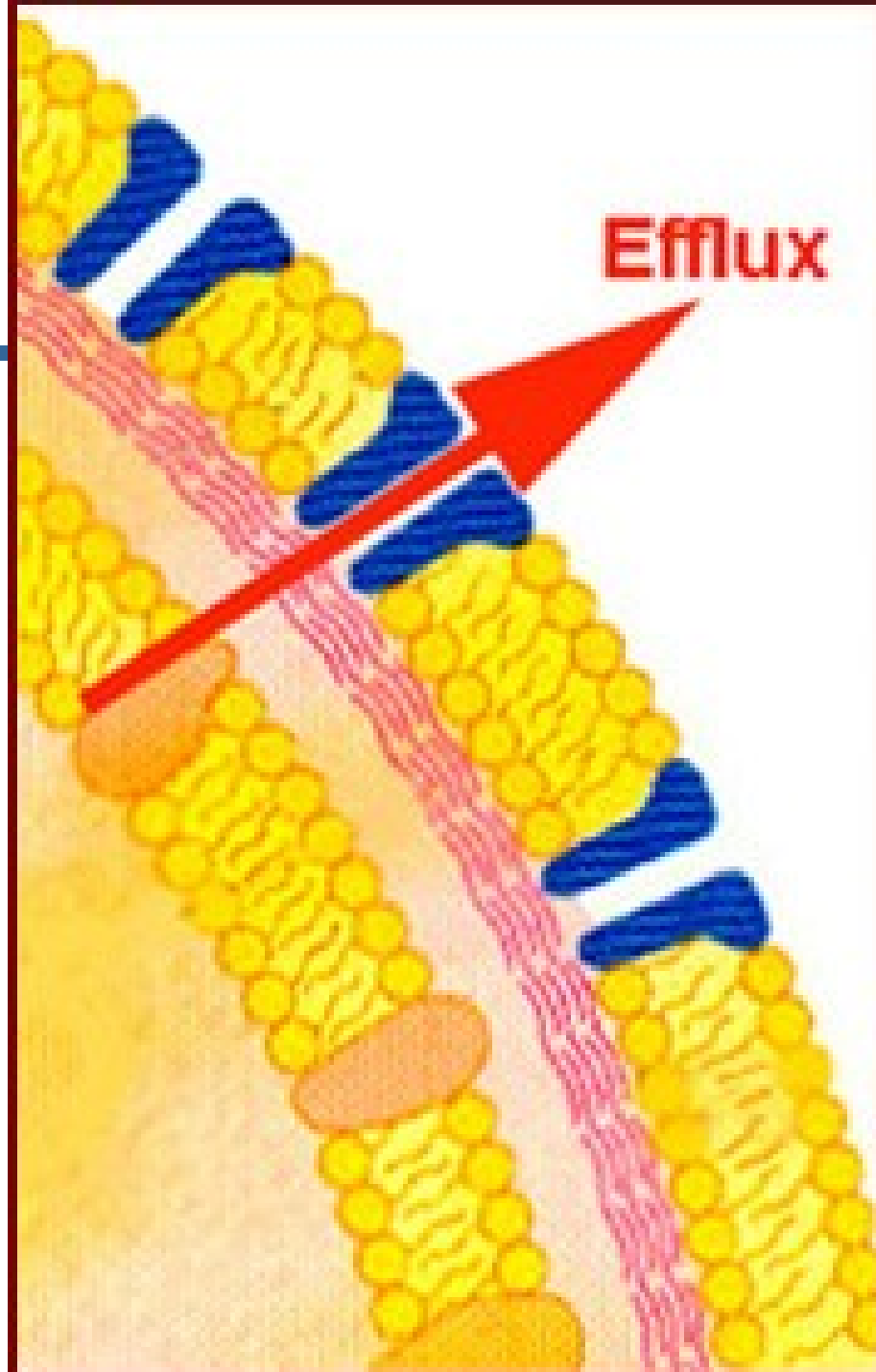
- Mikrob zabrání vniknutí antibiotika do buňky
- Mikrob aktivně vypuzuje atb z buňky
- Mikrob změní cílový receptor nebo nabídne antibiotiku falešný receptor
- Mikrob prodělá metabolické změny, jež atb zabrání vyvinout účinek v obvyklých cílových strukturách
- Mikrob enzymaticky štěpí antibiotikum (například betalaktamázy štěpí betalaktamová antibiotika)



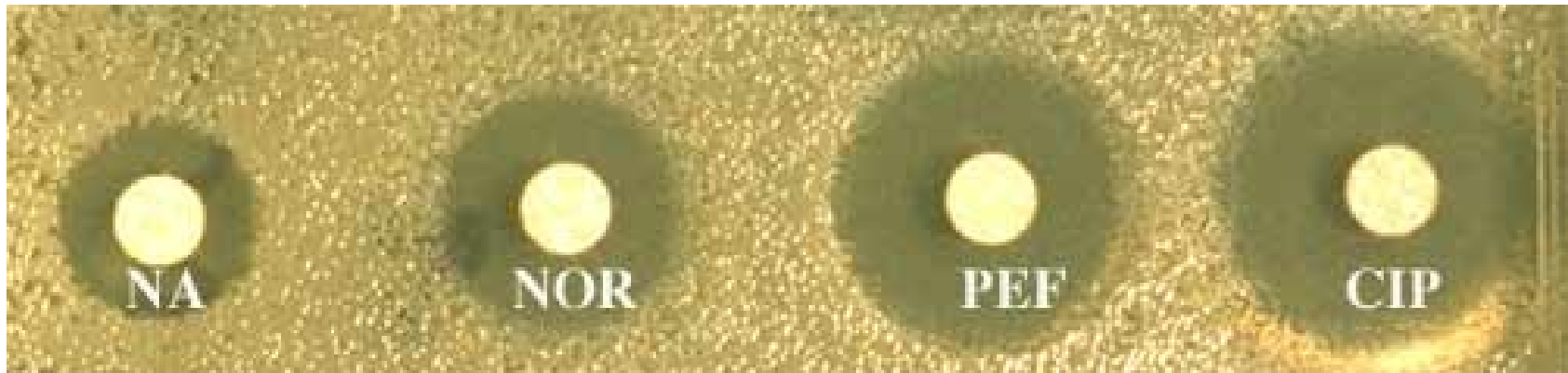
Mechanismy rezistence II: vzájemné rozdíly mezi nimi

- Některé rezistence jsou kódovány chromozomálně
- Jiné naopak plasmidově, přičemž plasmidy mohou být předávány vnitro- i mezidruhově
- Některé jsou typu „bud' – anebo“, čili fungují, ať je dávka malá, nebo velká
- U jiných se dá rezistence překonat zvýšením dávky antibiotika (hlavně u aminoglykosidů)
- U druhé skupiny je obtížné genotypové určení

Eflux (aktivní
vypuzení ven)



Silnější chinolon (ciprofloxacin)
je ještě účinný, slabší už ne.
Ale i při použití toho silnějšího
je nutná opatrnost!



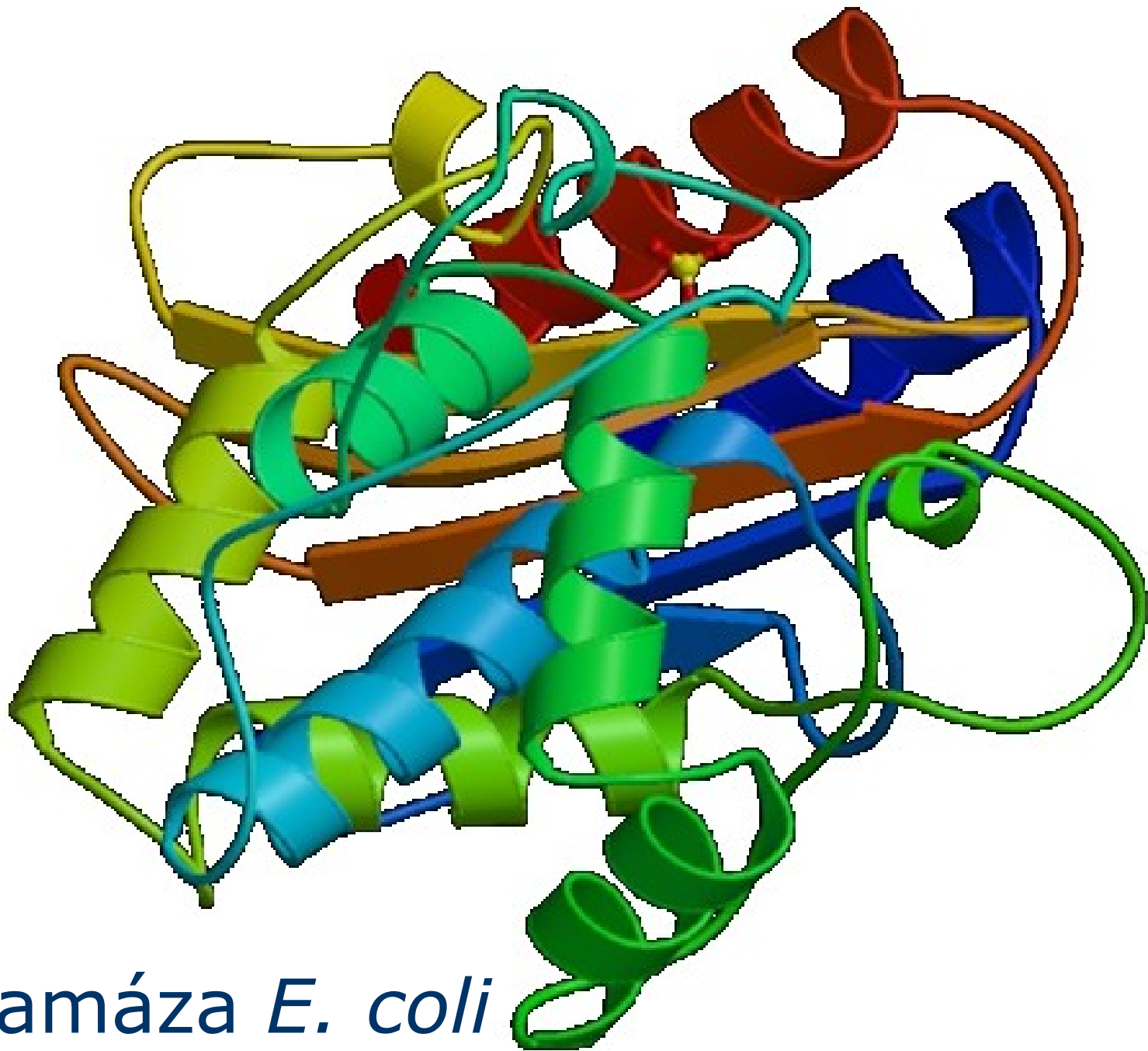
Mechanismy rezistence u betalaktamových antibiotik

Betalaktamová antibiotika se používají nejvíc, proto si je rozebereme podrobněji

- Změna **penicilin-vázajících proteinů** (penicilin binding proteins, PBP), např. u MRSA
- Produkce **betalaktamáz**, například:
 - Stafylokokové penicilinázy
 - Penicilinázy enterobakterií
 - Cefalosporinázy různých mikrobů
 - Širokospektré betalaktamázy
- Snížená **propustnost** membrány

Betalaktamázy

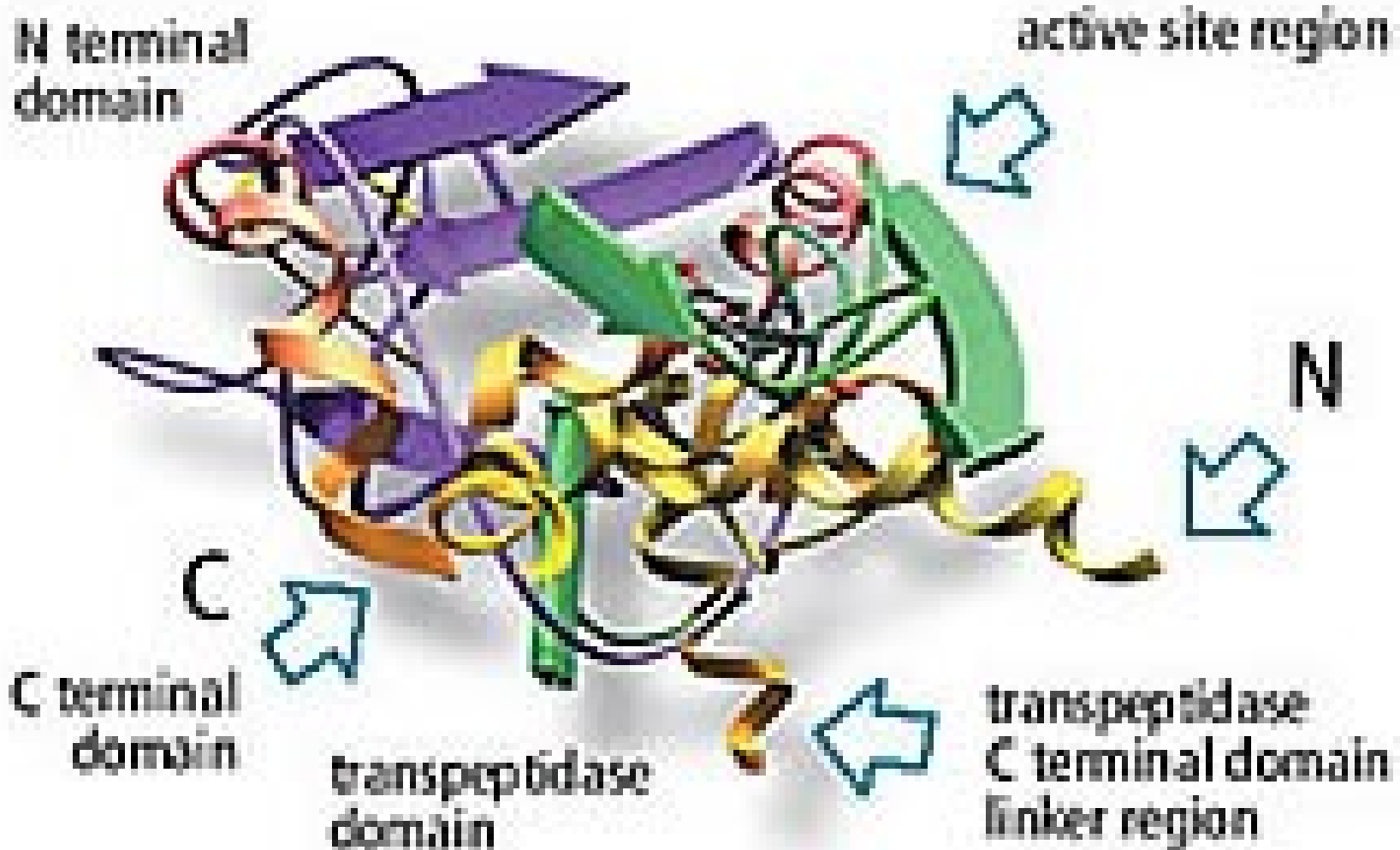
- Existuje jich **různé typy**, mohou být účinné proti všem či většině betalaktamových atb či jen proti některým z nich
- Mohou být kódovány **chromozomálně** i **plasmidově**
- Principem je vždy **rozštěpení** betalaktamového kruhu



TEM-1
betalaktamáza *E. coli*

Změna PBP (penicilin binding proteins)

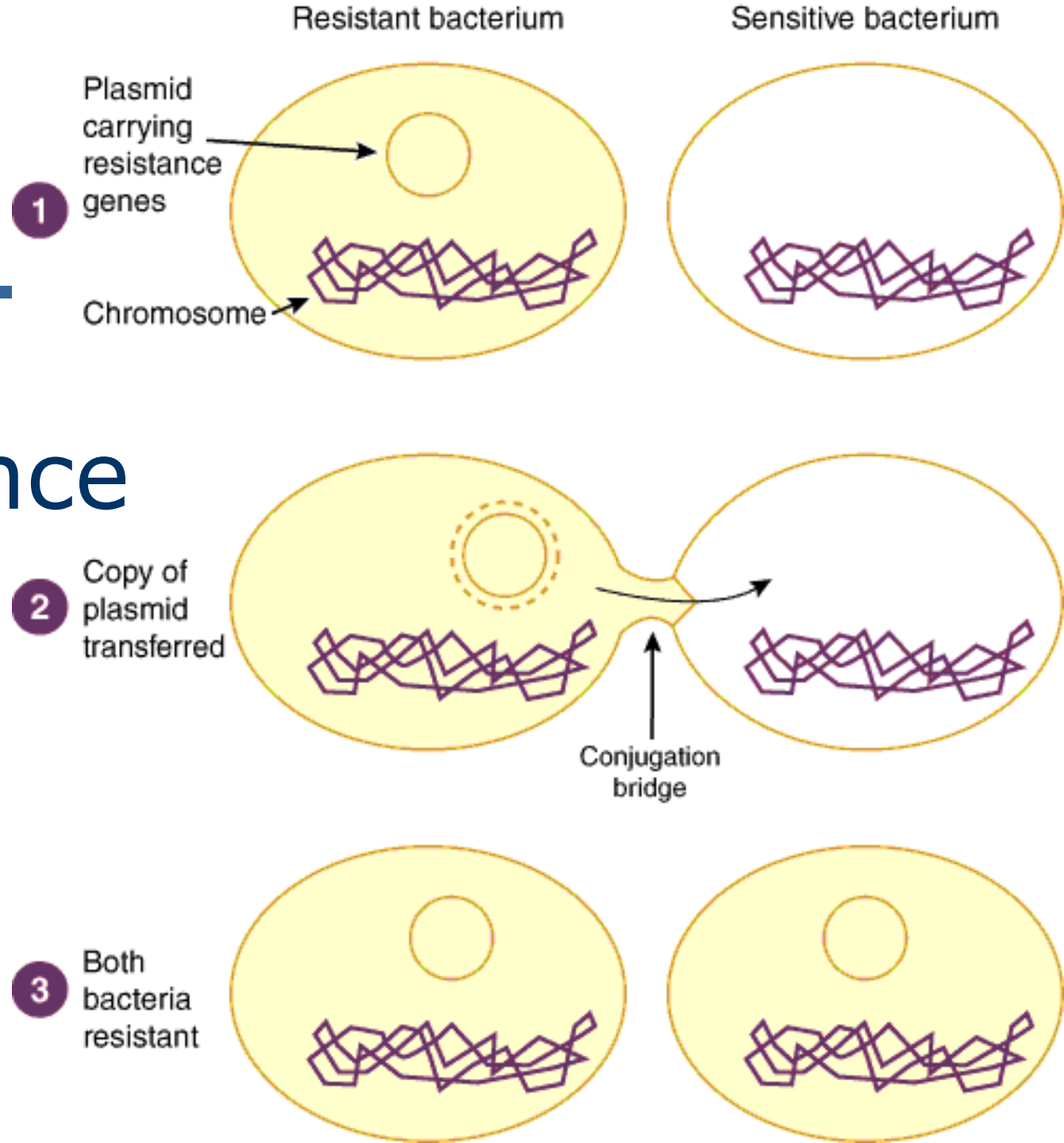
<http://www.proteinexpert.com/RD-services/Protein-engineering.php>



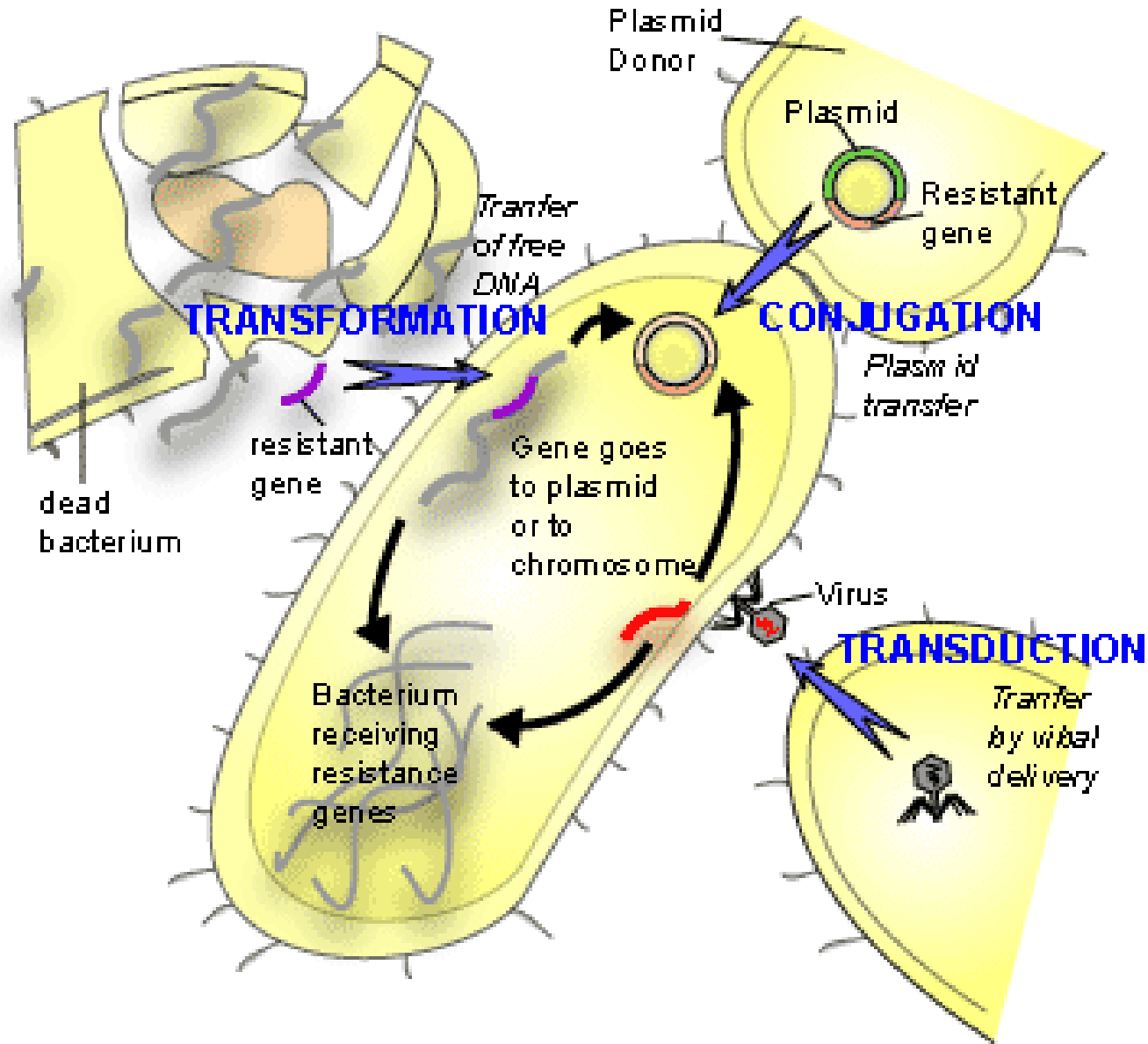
Resistance – shrnutí

- Jak jsme viděli, je celá řada **mechanismů rezistence**, a celá řada **možností genetického kódování**
- Tudíž nelze ke všem rezistencím přistupovat stejně:
 - Některé jsou **epidemiologicky významné, jiné ne.**
 - Některé se týkají jen **jednoho antibiotika, jiné celé skupiny či několika skupin**
 - Některé lze překonat **zvýšeným dávkováním antibiotika** (jde spíše o kvantitativní posun, „horší účinnost“ – časté např. u aminoglykosidů)
 - U jiných jde o rezistenci **„bud’ anebo“**. Pokud je, nelze ji překonat ani mnohonásobkem normální dávky

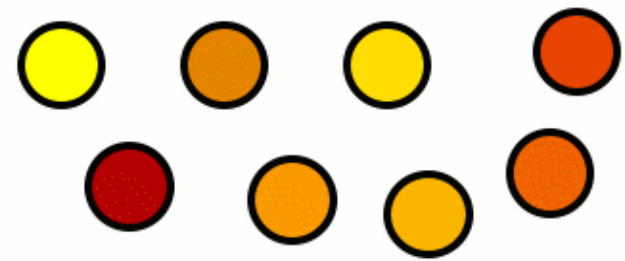
Přenos resistance



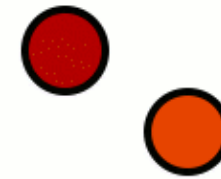
Přenos genů pro rezistenc různými způsoby



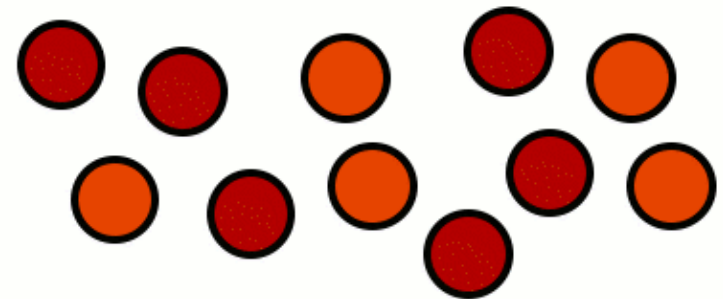
Selekce rezistentních kmenů



Before selection



Directly after selection



Final population



Další důvod in vitro neúčinnosti: Bakterie v biofilmu

Neúčinnost antibiotik zde může být způsobena

- Nábojem usazených buněk
- Sníženým množením bakterií
- Mechanismy mezibuněčné signalizace (quorum sensing)
- Vlivem imunitní odpovědi hostitele
- Různé další

Řešení

- Myslet na reálnou skutečnost, že bakterie nežijí jen v planktonické formě, ale i ve formě biofilmu (zejména u některých typů infekcí)
- Využívat **kombinací antibiotik**
- Vedle MIC **vyšetřovat i MBIC/MBEC**, a to nejen na jednotlivá atb, **ale i na kombinace**
- **Využívat jinou než atb terapii** (výměna katetru, lokální léčba a podobně)

Epidemiologicky závažné kmeny (MRSA aj.)

- Častí původci nozokomiálních nákaz
- Komplikace hospitalizace, komplikace operací, zhoršení zdravotního stavu, úmrtí hospitalizovaných
- Obrovské náklady na léčbu
- Medializace problematiky, často s následkem paniky, která není konstruktivní

Figurují i v politickém boji →

http://www.bloggerheads.com/anne_milton/2005/04/superbugs-and-super-anne.html

Under Mr Blair, there have been
5,000
deaths
every year from dirty hospitals.

Imagine five more years of it.

Last year, a lot of people caught MRSA from dirty hospitals in and around London. People go to hospital to get better, not to get sicker. It's not fair. From a hospital-acquired infection, there have been the number of deaths in Britain that more than double in the past 10 years and all these more than 10 years ago.

And the Labour Government are blaming the need to fund to open and to close up hospitals. A Conservative Government will reverse all the Labour Government's policies on hospitals that prevent world-class being money for nothing, the NHS will bring back Britain to how things had before then and guarantee better.

You'll find out more in our latest Party leaflet available for your area on www.conservatives.com/health

Call the Tories and save a lot of lives. Please, Conservative is strong and NHS hospitals can be the best in Britain to change and create hospitals with the Conservatives.

ARE YOU THINKING WHAT WE'RE THINKING?
VOTE CONSERVATIVE

Medializace postihla zejména MRSA

Inquiry after scientists claim hundreds of animals have been infected

By **Beth Hale**

MINISTERS have launched an inquiry into the spread of MRSA to animals following reports of a sharp rise in the number of pets infected.

The Department for Environment, Food and Rural Affairs has set up a committee to investigate the extent to which the deadly superbug has infiltrated vets' surgeries.

There are fears that the antibiotic-resistant infection could be transferred between pets and their owners - or even enter the food chain if livestock are carrying the bug.

MRSA - methicillin-resistant staphylococcus aureus - is carried harmlessly by one in three humans but can prove fatal in the elderly, newborn babies and those with a weakened immune system.

About 5,000 hospital patients die from it every year.

The bug was first documented in an animal in 1999 but the extent to which it has spread is unclear.

Small-scale studies have suggested that up to 10 per cent of dogs carry MRSA and the British Veterinary Association has been reporting between ten and 12 cases a year of animals being infected.

However, scientists at an Idexx veterinary research laboratory recently alerted the Government after encountering 310 cases of MRSA in animals over the past two and a half years.

Members of the new committee will include actress Jill Moss, who has led a campaign to raise awareness of the risks of MRSA in pets after her dog Bella became the UK's first recorded canine victim of the bacteria.

Bella, a ten-year-old white samoyed, suffered blood poisoning, pneumonia and organ failure caused by MRSA after an operation a year ago on a torn liga-

chasing a squirrel near Miss Moss's home in Edgware, North-West London. Her wound became infected a week after surgery and despite a further operation, she had to be put down.

Since then, an eight-year-old alsatian called Connell is also known to have died from MRSA, along with at least one cat and several rabbits and guinea pigs.

Miss Moss, who has appeared in TV shows such as *The Bill* and *EastEnders*, said: 'I never in my wildest dreams thought Bella might contract MRSA. If it had been diagnosed earlier she might still be here.

reluctant to admit they have a problem in their surgeries. They blame the owners but often they are operating in conditions that aren't good enough.'

Miss Moss, 34, said the committee, which will include several health professionals, will look at how to stop MRSA escalating in animals and help to establish the best advice for vets.

It is not known what, if any, danger MRSA in animals poses to humans. The veterinary association urges vets to take similar precautions to hospitals but points out there have been no recorded cases of MRSA being passed from

Victim: Bella with owner Jill Moss



unlikely the bug could enter the food chain.

Doctors could discover if a patient has MRSA in two hours using a new test.

At present, it takes at least two

has been infected - a delay which can prove fatal.

Tony Blair revealed details of the pilot scheme in a letter to the family of 21-year-old James Woolcott, who contracted MRSA while in

Mediaální rozměr těchto kmenů

- Týká se jen **určitých typů (zejména MRSA)**
- Často **ovlivňuje i zdravotnický personál**
- Lidé přitom mají strach z MRSA, ale pomíjejí jiné, rovněž velice závažné rezistence (VRE, ESBL, MLS rezistence stafylokoků)
- Podobná situace je i u jiných mikrobiálních nemocí („masožravé streptokoky“, „šílené krávy“, „ptačí chřipka“ – často mají své „lidové názvy“)

Obav ruče využívají různé firmy, které nabízejí „zaručené přípravky“. Zde patientský „MRSA-kit-bag“

www.healthtec.co.uk/mrsa.htm



Obavy veřejnosti (včetně zdravotnické, zejména sester)

- je třeba obrátit konstruktivním směrem (chování, které opravdu vede ke snížení riskantního chování ve vztahu k nemoci)
- naopak je třeba zamezit nekonstruktivní panice, která má za následek tlak na zbytečné nezdůvodněné vyšetřování osob, které nejsou v riziku, zbytečné užívání léčiv a podobně

MRSA, nebo ptačí chřipka?



*"Relax – MRSA will get you before the
Asian Flu"*

VRE (vankomycin rezistentní enterokoky)



Enterokoky – charakteristika

- Enterokoky jsou **primárně rezistentní na řadu antibiotik** (mimo jiné všechny cefalosporiny, ale také makrolidy, linkosamidy, horší je i účinnost G-penicilinu)
- ***Enterococcus faecium*** (méně patogenní, ale více rezistentní než *E. faecalis*) je navíc **primárně rezistentní na ampicilin**
- K léčbě lze použít např. ko-trimoxazol, tetracykliny, chinolony. Glykopeptidy (vankomycin, teikoplanin) jsou rezerva. Průšvih je, když ani tato rezervní antibiotika neúčinkují; **a to je právě případ VRE.**

VRE v Brně

- Na MÚ LF MU a **FN USA** Brno byly dosud zaznamenány pouze **ojedinělé případy VRE**
- Naproti tomu na OKM FN **Brno-Bohunice** jsou VRE **podstatně častější**
- Důvod (asi): VRE jsou časté **u pacientů s nádorovým bujením leukocytárních buněk**, a tito pacienti se v rámci JMK soustřeďují právě v bohunické nemocnici
- I svatá Anna se ovšem udržuje ve stavu bdělosti a je pravděpodobné, že i zde se časem VRE vyskytnou

Lékem volby je linezolid (ZYVOXID) a quinupristin/dalfopristin (SYNERCID)



Meticilin rezistentní stafylokoky (MRSA)



Historie MRSA

- **Původně** byly i stafylokoky **citlivé na penicilin**, brzy však získaly rezistenci betalaktamázového typu
- **Meticilin poprvé použit 1960**, o něco později byl použit příbuzný oxacilin (z různých důvodů ho používáme raději než původní meticilin)
- První **epidemický výskyt MRSA** zaznamenán roku 1963, tehdy byl ovšem podíl MRSA 0,4 %. V roce 1973 to již bylo 10 % a 2004 43 % (z literárních údajů, pravděpodobně situace v USA – neuvedeno)
- Podkladem je alterace „penicillin binding proteins“

MRSA jako medicínský problém

- Stárnutí populace
- Používání léčby ovlivňující imunitu
- Používání nitrožilních katetrů a nitrotělních implantátů
- Používání (a nadužívání antibiotik)

To vše jsou určující faktory, které ovlivňují riziko výskytu (nejen) MRSA

MRSA není virulentnější než jiný *S. aureus*

- Oproti vžité představě je potřeba si uvědomit, že z hlediska schopnosti vyvolat infekci se **kmeny MRSA chovají úplně stejně jako kterýkoli jiný zlatý stafylokok.**
- Rezistence k oxacilinu není faktorem virulence kmene! Nejsou více, ale ani méně virulentní než jiné.



Staphylococcus aureus (MRSA)



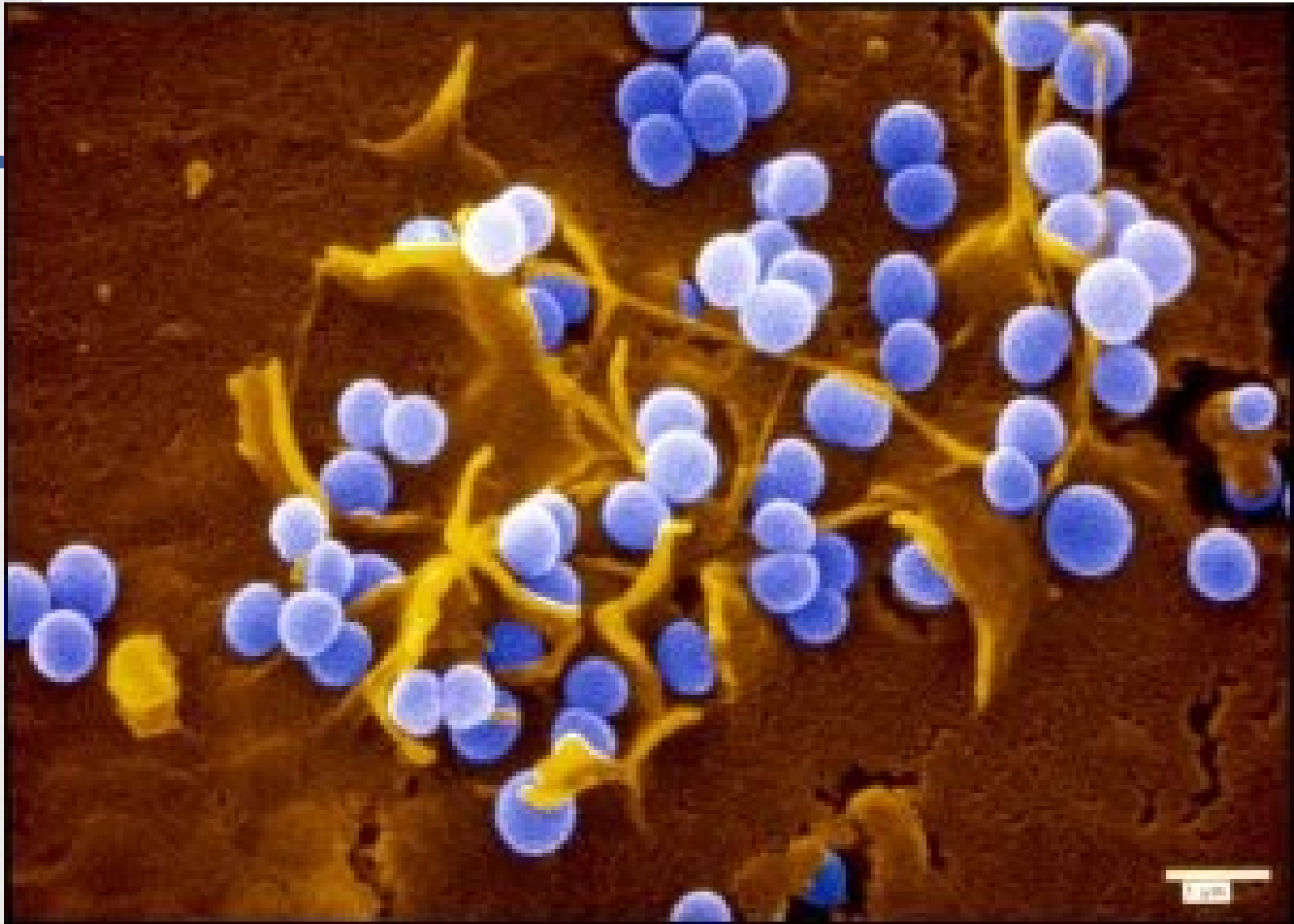
Není MRSA jako MRSA

- Mezi kmeny MRSA existují velké vzájemné rozdíly
- Existuje **populace tzv. EMRSA** – epidemických MRSA, které se vyskytují především jako nemocniční kmeny. Jsou často polyrezistentní a například rezistence k erytromycinu je u nich téměř vždy doprovázena i rezistencí k linkosamidům
- Naopak existují tzv. **komunitní kmeny MRSA**, které jsou většinou dobře postižitelné i běžnými nebetalaktamovými antibiotiky. V našich podmínkách zatím stále převažují.

Aktuální situace v Brně

- Vyskytují se **sporadické případy MRSA** ve všech nemocnicích, občas se vyskytne kmen MRSA i u ambulantního pacienta
- Naštěstí zpravidla **nedochází k významnějším epidemickým výskytům**, zejména díky obecnému povědomí o nutnosti dodržovat pravidla pro ošetřování pacientů s MRSA
- Některé kmeny jsou **dobře citlivé na jiná antibiotika**, pouze část kmenů je polyrezistentních

Zlatý stafylokok



MRSA – přístup k výskytu

- Protistafylokokové očkování
- Eliminace nosního nosičství zlatého stafylokoka (pouze u indikovaných osob, např. před chystanými operacemi)
- Opatření k redukci infekce žilních vstupů
- Omezení používání dialyzačních kanyl
- Opatření k omezení katetrových infekcí, zejména u pacientů s hemodialýzou a peritoneální dialýzou

Podle www.ndt-educational.org/goldsmithslide.asp

Hlášení a identifikace kmene

- Všechny suspektní kmeny MRSA musí být pečlivě ověřeny a v případě positivity se **hlásí** jednak na oddělení, jednak ústavním epidemiologům
- Součástí komunikace mikrobiologie s oddělením je konzultace vhodná a dostatečně dlouho trvající **léčby infekce** (jde-li o infekci a ne jen kolonizaci)
- V případě výskytu kmene MRSA na oddělení se přistupuje k zavedení opatření, jejichž cílem je **zamezit přenesení infekce na další pacienty**

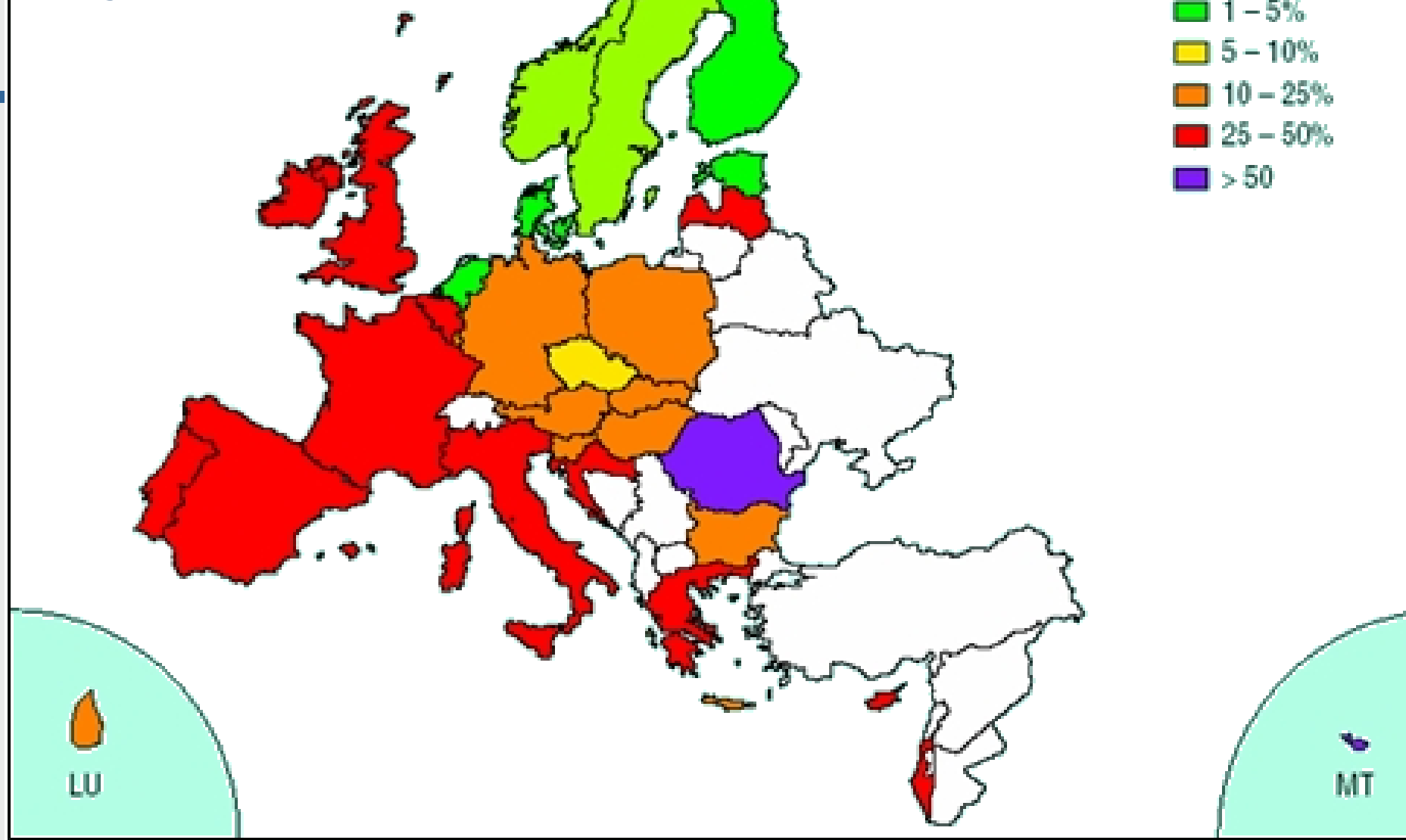
Čím léčit?

- U komunitních kmenů MRSA lze použít i ta **nebetalaktamová antibiotika**, na která je kmen in vitro citlivý (makrolidy, tetracykliny, ko-trimoxazol)
- U polyrezistentních kmenů je nutno použít **glykopeptidová antibiotika** (vankomycin, teikoplanin). S tím také souvisí požadavek nepoužívat tato antibiotika zbytečně, aby zůstala zachována citlivost alespoň na tato antibiotika
- U rezistence na glykopeptidy, či jejich kontraindikace z důvodu stavu pacienta lze použít **linezolid** či některé z dalších nových antibiotik (např. **quinupristin/dalfopristin**)

Vyšetřování na MRSA

- U indikovaných pacientů se odebírá zpravidla **výtěr z nosu a stěr z perinea**, případně též z rány či jiného místa (tracheostomie apod.), kde lze předpokládat přítomnost MRSA
- U takovýchto pacientů se také zpravidla provádí pravidelný **screening během celé hospitalizace**
- **Indikovaní pacienti** = pacienti, kteří měli MRSA, přícházení z oddělení, kde se MRSA vyskytla, nebo přicházejí k provedení rizikové operace (pak není ani nutná „nebezpečná anamnéza“)

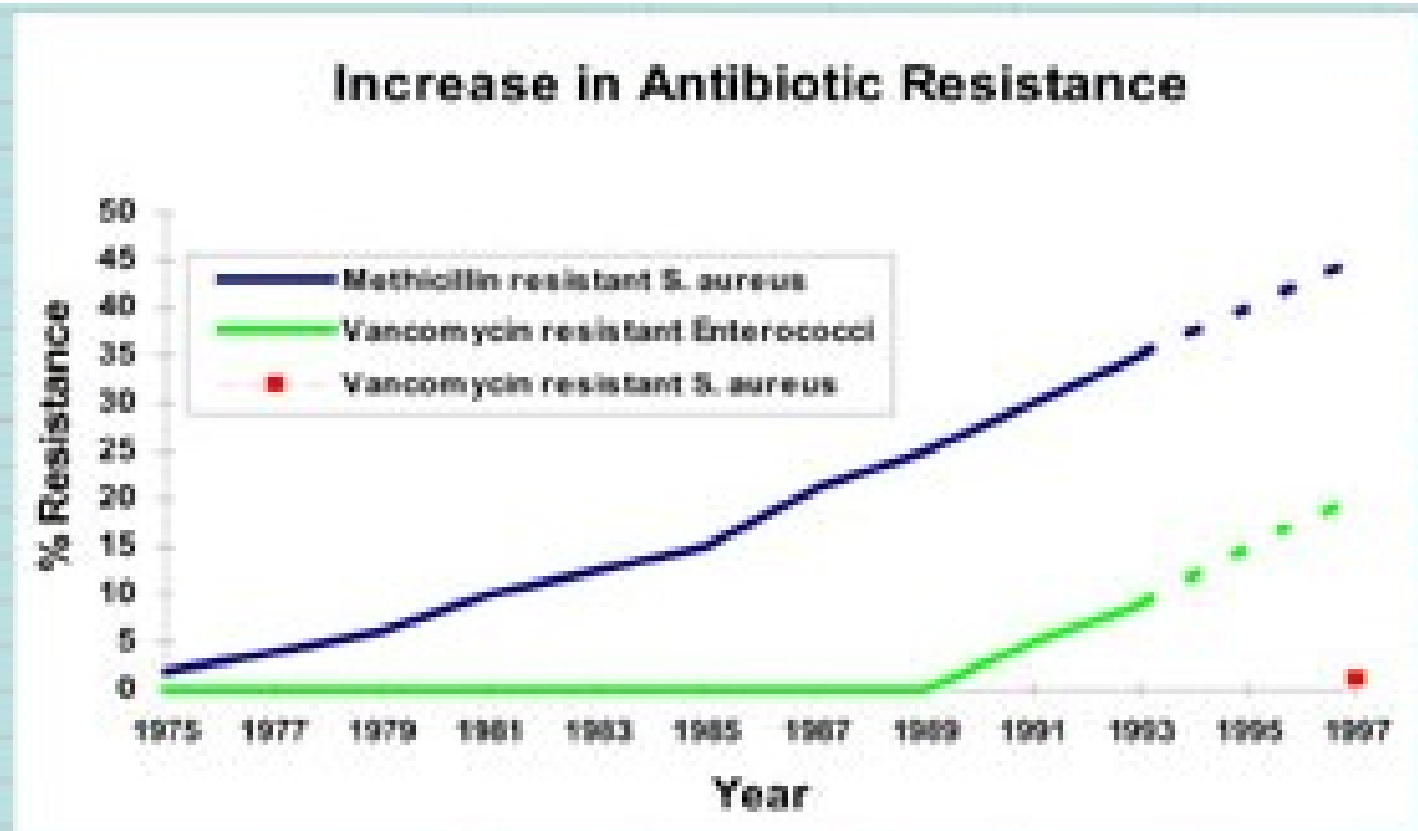
Výskyt MRSA v Evropě, aneb Nejsme na tom tak zle



VISA a VRSA

- Jsou to zlaté stafylokoky intermediárně rezistentní (I) nebo úplně rezistentní (R) na vankomycin, případě i teikoplanin
- Objevují se od **roku 1997**
- Zatím pouze jednotlivé případy, zejména v USA
- Geny pro rezistenci získávají zřejmě **od enterokoků**
- Nelze podcenit, i když se zatím nevyskytují
- Řešení: **ponechat glykopeptidy jako rezervní antibiotika pro indikované případy**

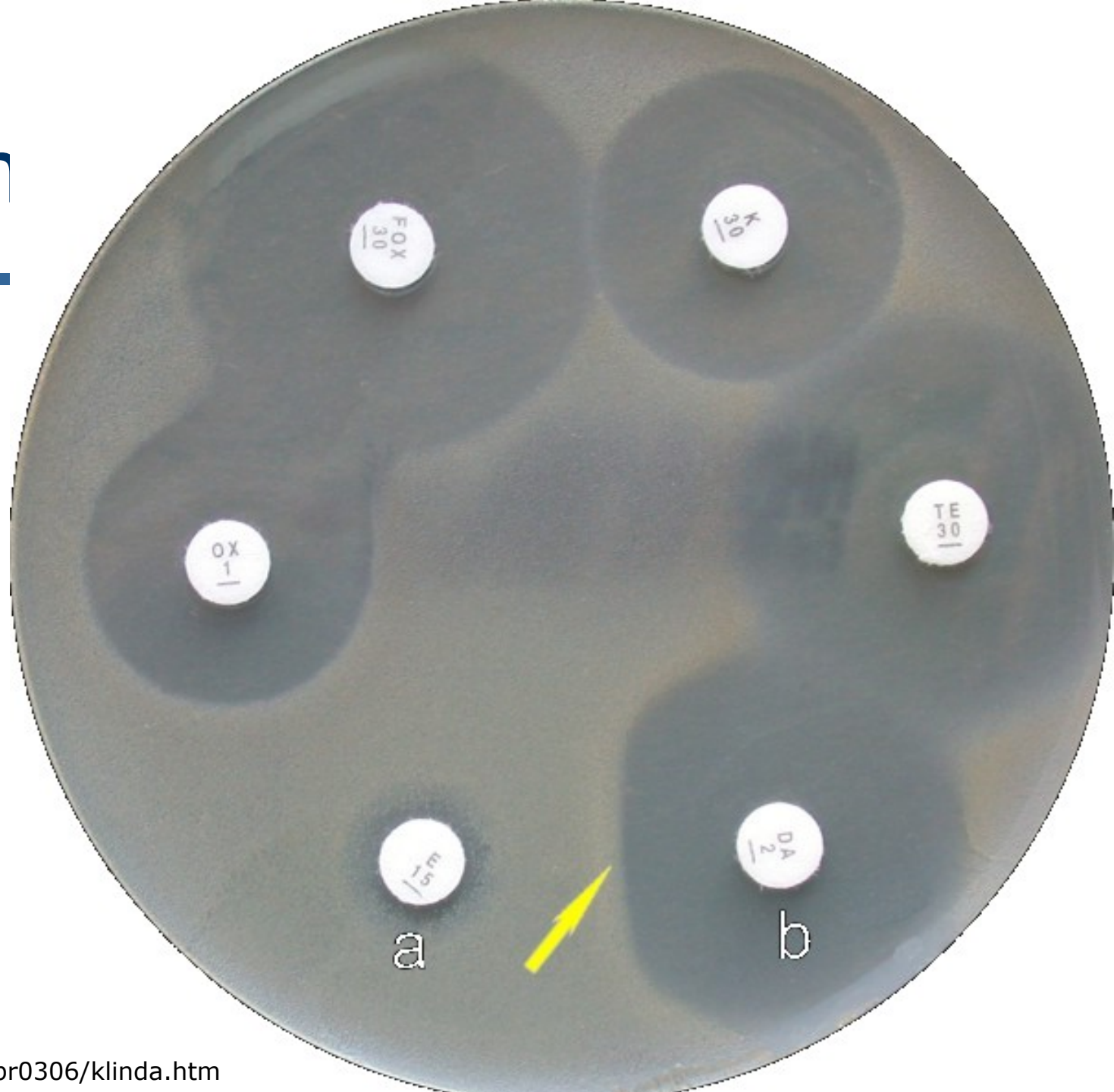
Od MRSA k VRE a VRSA



MMWR (1993) 42:30:597-599

Panillio, A.L., (1992) Infection Control and Hospital
Epidemiology 13/10:582-586

MLS_B rezisten



Charakteristika MLS_B rezistencí

- Jde o společnou rezistenci k **makrolidům, linkosamidům a streptograminu B.**
- Týká se **stafylokoků**, ale podobné rezistence lze pozorovat také u různých druhů **streptokoků**
- Ne každý kmen rezistentní na erytromycin má tuto společnou rezistenci. Zejména komunitní kmeny zlatých stafylokoků mívají často jen izolovanou rezistenci na erytromycin
- V některých případech jde o **indukovaný typ rezistence**: erytromycin indukuje rezistenci na linkomycin či klindamycin. V tom případě by se neměl použít ani jeden z nich.

Širokospektré betalaktamázy (ESBL)



ESBL – širokospektré betalaktamázy

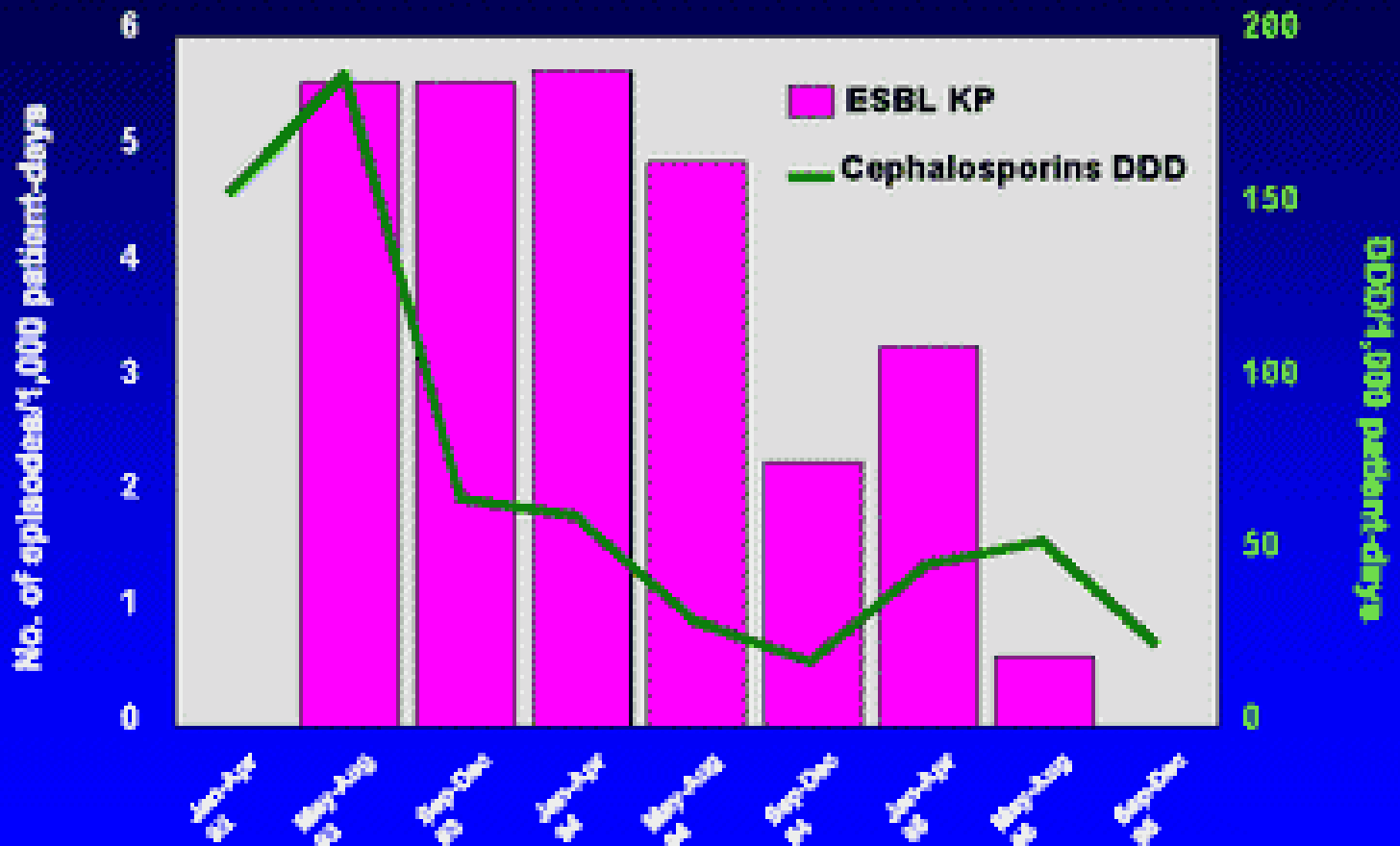
- **Betalaktamázy TEM, SHV, CTX apod.**
 - Vyskytují se především u **enterobakterií**: *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*, ale mohou být i u nefermentujících tyčinek
 - Existuje jich mnoho typů
 - geny pro ně jsou uloženy v plasmidech, mutace jsou časté, vznikají stále nové varianty
 - z betalaktamů zůstávají citlivé karbapenemy
- **Metalobetalaktamázy**
 - Vyskytují se u **G- nefermentujících bakterií**
 - štěpí i karapenemy
 - zbývají citlivé monobaktamy (aztreonam)
 - málokdy u enterobakterií

Induktory a selektory betalaktamáz

- Tvorba některých betalaktamáz může být **indukována** používáním určitého antibiotika (induktoru). Příkladem induktoru je **ko-amoxicilin**
- Nebezpečnější než induktory jsou však **selektory**: poměrně účinná antibiotika, která vyhubí citlivou část populace, a zůstanou pouze odolné, polyrezistentní kmeny. Příkladem jsou **cefalosporiny třetí generace**. Pokles jejich používání vedl ve všech nemocnicích k poklesu výskytu ESBL pozitivních kmenů.

Spotřeba cefalosporinů a ESBL

ESBL-KP Incidence Rate and Cephalosporin Use in ICUs



Aktuální situace

- V nemocnici u sv. Anny jsou bohužel **velmi běžné**. Lokálně se jejich **výskyt na určitých klinikách či odděleních daří omezit**, obecně se však stále vyskytují velmi často
- Časté na **urologii, interně, ARK** – často nozokomiální a chronické (Ize se pokusit o přípravu autovakcíny)
- Před několika lety byly vzácné, poté nástup ESBL-producentních klebsiel. Nyní již i *E. coli* a řada dalších enterobakterií

Terapie

- Meropenem, imipenem, případně nebetalaktamová antibiotika (chinolony, aminoglykosidy, polypeptidy) – jsou-li na ně kmeny citlivé a nejsou-li kontraindikace z důvodu např. toxicity
- Cefalosporiny 4. generace či kombinace cefalosporinů 3. generace s inhibitory betalaktamáz se nedoporučují ani v případě, že v testu citlivosti vyjdou jako účinné
- Náklady na tuto léčbu jdou do desítek tisíců/den

Prevence

- Obdobná jako v případě MRSA – obecná opatření, vedoucí ke snížení rizika nozokomiálních nákaz
- Cílená léčba neširokospektrými antibiotiky
- Případně screening střevního nosičství (není běžné)

Betalaktamázy typu ampC

- Jsou to také širokospektré betalaktamázy, jsou ale odlišné od širokospektrých betalaktamáz typu ESBL
- Existují **konstitutivní ampC betalaktamázy**; u jejich nálezu se léčí stejně jako u ESBL, pouze je možno navíc použít i cefalosporiny IV. generace
- Pak ještě existují tzv. **inducibilní ampC betalaktamázy**, kde se rezistence objeví jen při indukci např. kyselinou klavulanovou. Do výsledku se píše „citlivé, ale při dlouhodobé léčbě může tato léčba selhat“.

Principy antibiotické politiky

Převzato z přednášky prim. Jindráka z Nemocnice na Homolce pro studenty 2. LF UK v rámci výuky farmakologie

- omezení používání antibiotik na léčbu infekcí
- trvalé zvětšování prostoru cílené léčby na úkol empirické (tj. léčby „podle zkušenosti“)
- eliminace nevhodné a chybně indikované léčby
- eliminace chybné volby antibiotika
- eliminace chybného dávkování a délky podávání

Tolik pan primář Jindrák, další rozvinutí jednotlivých bodů už je moje 😊

Omezení používání antibiotik

- používání antibiotik u virových infekcí
- používání antibiotik u neinfekčních onemocnění
- používání antibiotik z rozpaků, „protože je to zvykem“, „protože to chce pacient“
- používání „profylaxe“ tam, kde to není indikováno a kde o žádnou profylaxi nejde
- používání celkových antibiotik k lokální léčbě, často tam, kde vůbec není léčba indikována

Je třeba poučit i pacienty



A purple, pill-shaped superhero character with a red cape and a blue 'A' on its chest, standing with arms outstretched. It is surrounded by a bright yellow sunburst effect. To its right, a green pill character is running away in fear. Below the superhero, another green pill character is looking up in surprise.



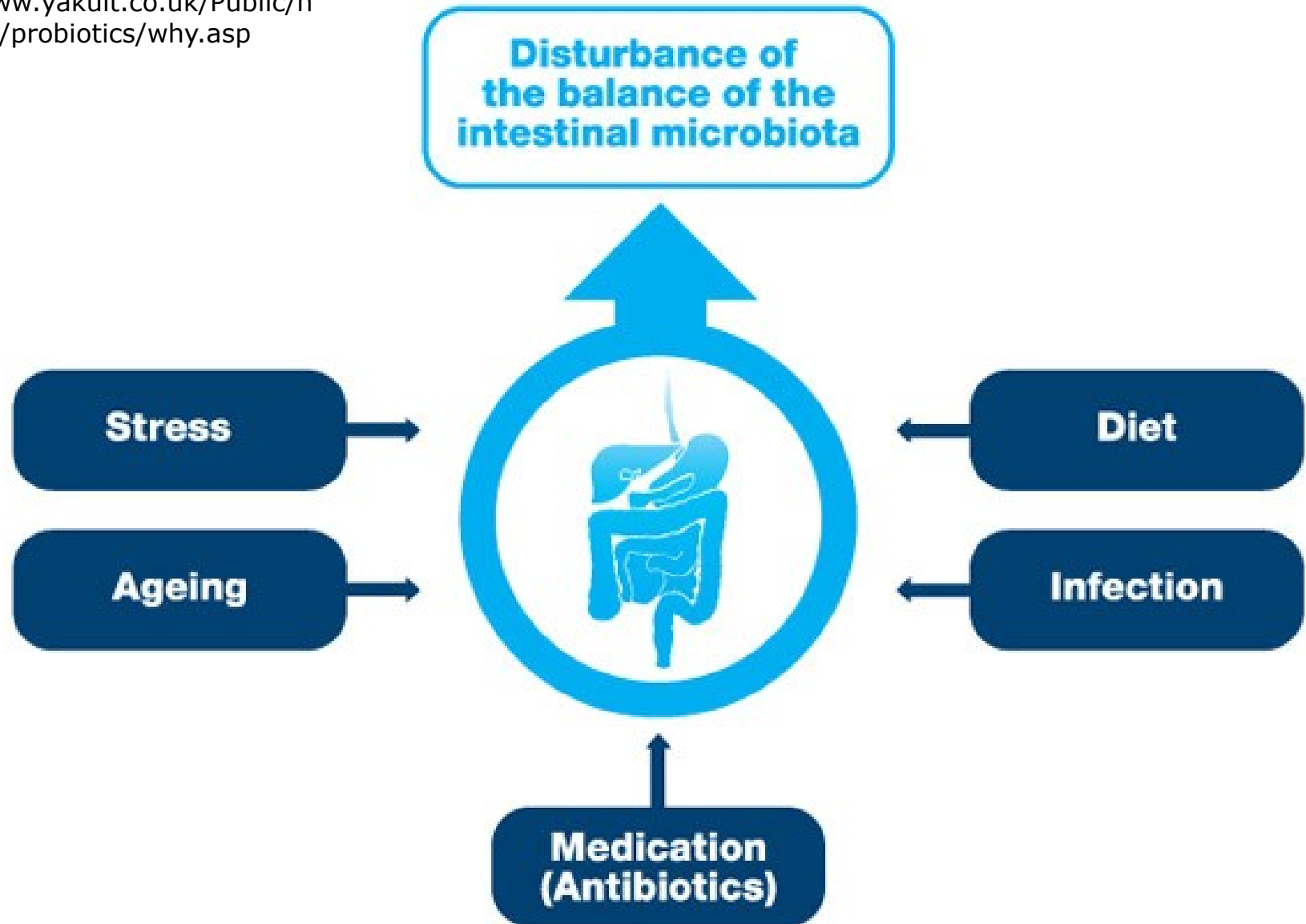
A group of four pill-shaped characters: two green, one blue, and one smaller green one. They are looking towards the central text box with various expressions of concern and anger.

Help Your Antibiotics Do Their Job

- Take as directed
- Finish the full prescription even if you are feeling better
- Help prevent antibiotic resistance

Tam, kde má pacient normální mikroflóru, znamenají atb často nežádoucí zásah

www.yakult.co.uk/Public/hcp/probiotics/why.asp



Individualizace podání atb

- Každé předepsání atb by mělo být individuální, mělo by být použito takové atb a v takovém dávkování, aby to odpovídalo konkrétní situaci daného pacienta
- Nelze objednávat antibiotika „do zásoby, aby na oddělení bylo“



http://www.firstscience.com/home/cartoons/strange-matter-antibiotic-resistance-recruitment_163.html

It was on a short-cut through the hospital kitchens that Albert was first approached by a member of the Antibiotic Resistance.

Co s tím může dělat mikrobiologie?

- Dlouhodobá spolupráce zejména s lékaři v nemocnici. V ideálním případě každé podání zejména rezervního antibiotika je konzultováno s antibiotickým střediskem
- V případě lékařů v ambulantní péči se doporučuje **selektivní sdělování citlivosti**
 - Uvedou se atb první, event. druhé volby
 - Citlivost na další atb se případně sdělí při telefonické konzultaci
 - Vůbec se nesděluje citlivost zjišťovaná z diagnostických důvodů

Význam antibiotických středisek

- Jsou zřizována při větších mikrobiologických odděleních
- Snaží se o stálou spolupráci se všemi odděleními, vytváření pravidel pro profylaxi, popř. necílenou léčbu
- Poskytují konzultaci v případě konkrétních pacientů
- V případě tzv. vázaných antibiotik potvrzují jejich předepsání (dnes elektronický systém + telefon)

Formálně vzato, nepovolují možnost předepsat atb, ale jeho úhradu pojišťovnou – riziko

Ekonomika antimikrobiální léčby

- Oblast antimikrobiální terapie má i jednu **výhodu**. V mnoha jiných oblastech je účinná a komfortní léčba drahá, levná léčba může být medicínsky horší
- U antibiotik zpravidla platí, že **medicínské hledisko** (volit cíleně preparát s úzkým spektrem účinku, neselektující rezistentní kmeny) je také **ekonomicky výhodné** – tyto klasické preparáty bývají (levná) generika

Problém je jen to, že je nechce nikdo vyrábět

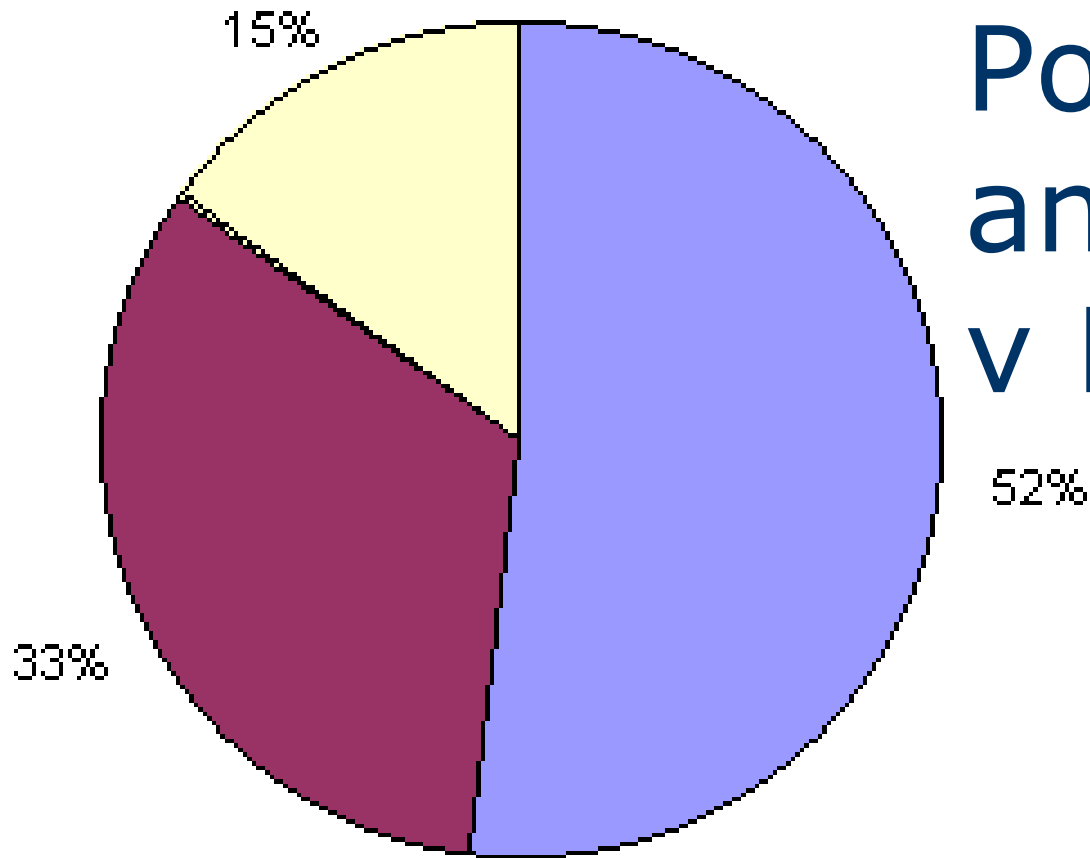
Spolupráce s veterináři

- Problémem při komplexním řešení atb rezistence je také veterinární používání antibiotik
- Ještě před nemnoha lety se antibiotika používala u zvířat i z jiných než terapeutických důvodů. To je nyní přinejmenším v EU zakázáno
- Připouští se tedy jen terapeutické použití atb u zvířat, a to pokud možno použití takových atb, která se nepoužívají u člověka. Ovšem s ohledem na zkřížené rezistence to nemusí být dostatečné



<http://www.time.com/time/covers/1101020121/antibiotics.html> (autor Roberto Parada)

Používání antibiotik v EU (1997)



- Human use (general practice and hospitals)
- Animal therapeutic use
- Animals (as feed additive antibiotics)

Nashledanou

Děkuji za
pozornost

Příště si dokončíme
antibiotika a budeme
pokračovat povídáním
o molekulárních
metodách a o pokusu
na zvířeti

