



**UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE**  
**3. LÉKAŘSKÁ FAKULTA**



Ústav pro péči o matku a dítě v Praze Podolí

**Tereza Bořkovcová**

**Jak snížit výskyt závažných  
nozokomiálních infekcí u novorozenců  
přijatých na neonatologickou jednotku  
intenzivní péče**

*How to decrease severe hospital acquired  
infection in newborns admitted to NICU*

*Diplomová práce*

Praha, 2009

Autor práce: Tereza Bořkovcová

Studijní program: Všeobecné lékařství s preventivním zaměřením

Magisterský studijní obor

Vedoucí práce: **Doc. MUDr. Zbyněk Straňák, CSc.**

Pracoviště vedoucího práce: **Ústav pro péči o matku a dítě v Praze Podolí**

Datum a rok obhajoby:

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem předkládanou práci zpracovala samostatně a použila jen uvedené prameny a literaturu. Současně dávám svolení k tomu, aby tato diplomová práce byla používána ke studijním účelům.

V Praze dne 26.srpna 2009

Tereza Bořkovcová

## **Poděkování**

Na tomto místě bych ráda poděkovala své tetě MUDr. Antonii Bořkovcové.

# Obsah

<b>ÚVOD.....</b>	<b>6</b>
<b>1. ÚVOD DO PROBLEMATIKY NOZOKOMIÁL. INFEKČÍ.....</b>	<b>8</b>
1.1 <i>Druhy nozokomiálních nákaz a jejich zdroje .....</i>	<i>9</i>
1.1.1 <i>Pacient jako zdroj infekce .....</i>	<i>10</i>
1.1.2 <i>Personál.....</i>	<i>11</i>
1.1.3 <i>Návštěva jako zdroj nákazy.....</i>	<i>12</i>
1.2 <i>Rezervoáry infekce, mechanismus šíření.....</i>	<i>12</i>
1.2.1 <i>Cesta přenosu nozokomiální nákazy.....</i>	<i>13</i>
1.2.2 <i>Mechanismy a způsoby přenosu.....</i>	<i>13</i>
<b>2. NOZOKOMIÁLNÍ INFEKCE NOVOROZENCŮ.....</b>	<b>15</b>
2.1 <i>Klinické rozdělení NI, jednotlivé typy.....</i>	<i>15</i>
2.1.1 <i>Infekce krevního řečiště.....</i>	<i>16</i>
2.1.2 <i>Respirační infekce.....</i>	<i>20</i>
2.1.3 <i>Ostatní infekce.....</i>	<i>21</i>
<b>3. PODÍL ETIOLOGICKÝCH AGENS NA NI .....</b>	<b>25</b>
<b>4. JAK SNÍŽIT VÝSKYT NI U NOVOROZENCŮ.....</b>	<b>29</b>
4.1 <i>Výsledky zahraničních studií.....</i>	<i>29</i>
4.2 <i>Protiepidemická opatření.....</i>	<i>30</i>
4.2.1 <i>Kasuistika.....</i>	<i>31</i>
4.2.2 <i>Epidemie a rezistentní kmeny.....</i>	<i>33</i>
4.2.3 <i>Protiepidemický režim.....</i>	<i>33</i>
<b>ZÁVĚR. ....</b>	<b>37</b>
<b>SOUHRN .....</b>	<b>39</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>40</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>41</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ.....</b>	<b>44</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>45</b>
<b>PŘÍLOHY .....</b>	<b>46</b>

## Úvod

Díky rychlému vývoji vědy a techniky a s tím souvisejícím pokrokem v lékařské péči, mají pediatři, respektive neonatologové, možnost zachraňovat stále menší a nezralejší novorozence.

K péči o často kriticky nemocné novorozence (nedonošené s nízkým gestačním stářím nebo s vrozenými vývojovými vadami) neodmyslitelně patří velké množství invazivních diagnostických a terapeutických výkonů, přinášejících řadu rizik v podobě nozokomiálních infekcí (v anglosaské literatuře uváděné jako NI=nosocomial infection, HAI=hospital-acquired infection, nebo healthcare-associated infection). Ty se v dnešní době vysokou měrou podílí na perinatální morbiditě a mortalitě. A nejen to. Prodlužováním pobytu novorozenců na NICU zvyšují rizika dalších nemocničních nákaz, prodlužují strasti a utrpení rodin a novorozenců samotných, a v neposlední míře zvyšují náklady na nemocniční péči. Přitom, jak vyplývá ze závěrů rozličných zahraničních studií, pravidelným a důsledným dodržováním často i naprosto elementárních hygienických návyků (jako je např. mytí a dezinfekci rukou zdravotníků a rodičů před jakýmkoli kontaktem s novorozencem, dezinfekce fonendoskopů atp.), lze vzniku nozokomiálních nákaz zabránit nebo alespoň toto riziko podstatně snížit.

Proto jsem se rozhodla tímto tématem –prevencí vzniku nozokomiálních infekcí (dále jen NI) u novorozenců na jednotce intenzivní péče (dále jen NICU)-zabývat a blíže se s ním seznámit. Svůj původní záměr, totiž zjistit skutečnou prevalenci NI na jednotlivých pracovištích a srovnat číselné hodnoty s konkrétními preventivními opatřeními, jež daná pracoviště praktikují, jsem musela postupně vzdát. Bylo ode mě naivní

domnívat se, že mi jednotlivé nemocnice rády poskytnou svá data o výskytu NI na svých odděleních. Nozokomiální nákazy jsou v naší společnosti, nebo lépe řečeno v lékařském prostředí, nesmírně citlivým tématem. Jakýmsi strašákem, Achillovou patou ...V tomto případě tématem o to palčivějším, jelikož se dotýká těch nejmenších a nejzranitelnějších členů naší společnosti, novorozenců. Právě NI a systém jejich kontroly totiž mohou být brány jako jeden z ukazatelů kvality poskytované zdravotní péče. A tak vlastně není divu, že si nemocnice tuto svoji "Achillovu patu" hlídají. Ve své práci jsem se proto nakonec omezila pouze na obecné seznámení se s problémem nozokomiálních nákaz, s jistými specifiky týkající se novorozenců, změnám v epidemiologické situaci a na nástin několika klíčových oblastí, ve kterých by se- dle různých publikovaných článků- dalo poměrně jednoduše a efektivně zakročit a riziko nákaz podstatně snížit.

# 1: Úvod do problematiky nozokomiálních infekcí

V této kapitole se podrobněji seznámíme s pojmem NI a obecně platnými mechanismy jejího vzniku a šíření mezi pacienty dospělého věku, neboť se dá říci, že tato fakta platí s menšími modifikacemi i pro novorozence. V další kapitole pak budou uvedena specifika týkající se pacientů novorozeneckého věku.

Nemocniční (nozokomiální) nákaza vzniká vždy v souvislosti s pobytem ve zdravotnických zařízeních, v lůžkových i ambulantních provozech a postihuje pacienty. Pro určení nozokomiální nákazy je rozhodující místo přenosu původce nákazy a ne místo, kde je nákaza zjišťována.(1)

V současné době definice nozokomiálních nákaz dle zákona č.258/2000 Sb.,§ 15 odst.1 zní takto: Nemocniční nákaza je nákaza vnitřního(endogenního) nebo vnějšího (exogenního) původu, která vznikla v příčinné souvislosti s pobytem nebo výkonem prováděnými v zařízeních léčebně preventivní péče nebo ústavu sociální péče v příslušné inkubační době.

Nákazou endogenní rozumíme takovou infekci, kdy původcem nákazy je mikroorganismus, který je součástí normální mikroflóry daného pacienta, a který během stavů se sníženou imunitou získává schopnost vyvolat nemocniční nákazu. Takových stavů je celá řada. Patří mezi ně celkové vyčerpání organismu, stres, léčba kortikoidy, DM, aktinoterapie, léčba cytostatiky, HIV, nebo jakýkoli invazivní výkon, ať už diagnostický či terapeutický, kdy se mikrob dostává mimo kolonizovanou oblast, např. do operační rány, zaváděním instrumentária do tělních dutin, atd. Nemocný je tedy zdrojem nákazy sám sobě.



Exogenní nemocniční nákazy vznikají zákonitým procesem šíření nákaz, tzn. ze zdroje se vylučují mikroby do vnějšího prostředí a ty se buď přímo (dotykem), nebo nepřímo (např. prostřednictvím nástrojů) přenesou na jinou osobu.(1)

### **1.1 Druhy nozokomiálních nákaz a jejich zdroje**

Nozokomiální infekce dělíme podle epidemiologických studií na nespecifické a specifické.

Nespecifické-tzv.komunitní- jsou odrazem epidemiologické situace v populaci spádové oblasti daného zdravotnického zařízení, nijak se neliší od nákaz v jiných kolektivech a pro nemocniční prostředí nejsou nijak typické. Specifické nozokomiální nákazy vznikají při diagnostických výkonech, terapeutických zákrocích, při porušení zásad asepse a sterility při ošetřování a péči o nemocné, v našem případě o novorozence.Většinou jsou exogenního původu. Problémem je, že původcem jsou často multirezistentní nemocniční kmeny (pseudomonády, klebsiely, stafylokoky aj.), které se adaptovaly na nemocniční prostředí.

Šíření NI podléhá stejným zákonitostem jako šíření jakékoli jiné infekce, navíc s některými specifiky-těmi jsou některé způsoby přenosu jako třeba krevní odběry, ošetření, parenterální aplikace léků apod., a specifické prostředí zdravotnického zařízení, kde nákazy vznikají. Další zvláštností jsou již zmiňované nemocniční kmeny bakterií, často rezistentní na běžná ATB a dezinfekční přípravky. Osa šíření nákazy se děje ve smyslu ZDROJ infekčního agens- CESTA přenosu-VNÍMAVÝ JEDINEC.

Zdrojem nákazy je živý organismus člověka prodávajícího onemocnění, v době kdy začne do svého okolí vylučovat choroboplodné zárodky, nebo nosič. Pro úplnost dodávám, že

v procesu šíření nozokomiálních nákaz se mohou uplatnit též výrobky živočišného původu, kontaminované původcem nákazy, tyto se však u novorozenců nevyskytují. Pro vznik a šíření NI v nemocničním prostředí se jako zdroj nákazy nejvíce uplatňují 3 skupiny osob, a to pacient, personál a návštěvy.

### **1.1.1 Pacient jako zdroj infekce**

Pacient se stává nejčastějším a nejzávažnějším zdrojem NI. V jeho organismu jsou přítomny patogenní mikroby ve velkém množství, snadno disseminují do okolí, zvláště pokud chorobu doprovázejí příznaky usnadňující šíření mikrobů, jako např. zvýšená sekrece sliznic, kašel, secernující rány, hnis, píštěle, krvácení atd. Pacient je nejvíce nakažlivý na vrcholu onemocnění, při klinické manifestaci, ale obvykle začíná nakažlivost již v době inkubace. (1)

Jak jsem již zmínila, u nákaz endogenních je zdrojem pacientova mikroflóra. Mikrob může být součástí vlastního kožního, respiračního, gastrointestinálního nebo urogenitálního systému, přičemž zažívací trakt poskytuje spektrum zárodků nejpestřejší. Velké množství mikroorganismů osídluje též horní cesty dýchací, odkud se snadno dostávají do okolí. Z těchto systémů se potom mikrob šíří do jiných tkání, dutin a ran cestou hematogenní či lymfogení, k zavlečení dochází během rozličných instrumentárních výkonů a operací. U některých osob mohou mikroby po prodělané infekci (skryté nebo zjevné) ve tkáních přežívat a trvale se vylučovat do okolí, a to i po rekonvalescenci, vzniká tzv. nosičství. Nosiči jsou pro své okolí nebezpeční především tehdy, pokud jim není nosičství diagnostikováno. Rozlišujeme nosičství v rekonvalescenci (dočasné) a nosičství chronické (obvykle obtížně léčitelné, dlouhodobé, které může přetrvávat celý život).

Pro šíření infekce má význam lokalizace ložiska infekce v těle, původce nákazy se může usadit ve slinných žlázách (CMV), v dutině ústní a dutině nosní (streptokoky, stafylokoky, meningokoky, diftérie), v cestách žlučových nebo močových (Salmonella Typhi), v plicích (Mycobacterium tuberculosis) apod. Velmi nebezpečná je lokalizace původce nákazy v krvi, např. HBV, HCV, HIV.(1)

### **1.1.2 Personál**

Zdravotníci i nezdravotnický personál jsou velmi častým zdrojem exogenních NI. Původce infekce mohou vylučovat jakýmkoli způsobem, časté jsou infekce respirační, dále pak se mohou podílet na pyogenních nálezích. K šíření od zdravotníků dochází v případě, že pracovníci nemoci přecházejí, považují je za banální a neuvědomují si, jak zranitelný je pacientův organismus. V některých případech k tomu napomáhá neuspokojivá personální politika, nedostatek lékařů, sester, ošetřovatelů atd.

Závažné nebezpečí představují nosiči z řad zdravotnického personálu. Častými agens jsou stafylokoky, streptokoky, meningokoky. Osídlují nosohltan, kůži, častou lokalizací je též střevní trakt. Přenos se uskutečňuje všemi možnými cestami-viz.dále, přímým kontaktem s pacientem i nepřímo kontaminovanými předměty či jako kapénková nákaza.

Symptomatické nosičství je epidemiologicky nejzávažnější a může vyvolat epidemii nebo vážně ohrozit pacienta. (1)

Na tomto místě je třeba znovu upozornit na to, jak důležitou roli v prevenci vzniku a šíření NI hraje osobní hygiena personálu, a to jak mytí rukou tak bariérová ošetřovací technika. Právě přenos nákazy kontaminovanými rukama je ve zdravotnických zařízeních uváděn jako nejčastější. Ochranné

oděvy, ústenky nebo pracovní obuv mohou svou funkci ochranných pomůcek náležitě plnit pouze za předpokladu, že jsou často a pravidelně měněny.

### **1.1.3 Návštěva jako zdroj nákazy**

Rodinní příslušníci i známí se mohou také uplatňovat jako zdroje NI. Původce nákazy může být zavlečen do zdravotnického zařízení opět buď nediodnostikovaným asymptomatickým nosičem nebo během vlastního lehčího onemocnění návštěvníka. Během chřipkových (případně i jiných) epidemií jsou návštěvy zakázány. Problém regulace návštěvníků stejně tak jako užívání ochranných pláštů a návleků návštěvami za účelem snížení rizika zavlečení nákazy zatím není spolehlivě vyřešen. To všechno samozřejmě platí o to víc i na novorozeneckém oddělení, kde kontakt novorozence s rodiči je jednak velmi žádoucí a nezbytný z psychologického hlediska a tudíž častý a intimní.

## **1.2 Rezervoáry infekce, mechanismus šíření**

Neživé součásti životního prostředí (voda, vzduch, předměty, přístroje aj.) zprostředkující přenos infekce nazýváme rezervoáry infekce. K nálezce může dojít dvěma způsoby, a to přenosem ze zdroje nebo z rezervoáru infekce. Rezervoár hraje v šíření NI významnou roli, především proto, že mikrobi přežívající v nepříznivém nemocničním prostředí, jsou extrémně odolní, rezistentní vůči antimikrobiálním látkám v ATB a dezinfekcích. Adaptované mikroorganismy potom snadno přežívají v prachu, prádle a různých předmětech a pomůckách, obzvláště pokud jsou na nich zbytky organických látek jako jsou zaschlá krev, hnís, sekrety. Častým rezervoárem jsou rovněž vlhké výlevky, úklidové pomůcky atd. Mikroby se mohou usadit v inhalačních roztocích, mastech, krémech, dlouhodobě přežívají

ve vodě v přístrojích, v destilované vodě, na cévkách a katétrech, pokud nebyly dostatečně dezinfikovány a sterilizovány. Opakovaně byly prokázány též v dezinfekčních činidlech s prošlou expirační dobou. To všechno dokazuje nezbytnost důkladné dezinfekce a sterilizace.

### **1.2.1 Cesta přenosu nozokomiální nákazy**

Přenos NI lze rozdělit na nescifický a specifický. Nescifický přenos podléhá obecně platným zákonitostem přenosu jakéhokoli infekčního onemocnění, tzn. přenos původce z jednoho organismu na druhý, ze zdroje na vnímavého jedince. Jde o způsob obvyklý v kolektivech. Jako specifickou cestu přenosu označujeme tu, jež je jednoznačně spjata se zdravotnickou činností, především s léčebnými a vyšetřovacími postupy prováděnými na pacientovi.

### **1.2.2 Mechanismy a způsoby přenosu**

Mechanismus přenosu mikrobů lze popsat ve třech základních fázích. Těmi jsou: a) vylučování patogenů, b) jejich přežívání ve vnějším-nemocničním prostředí a c) následné vniknutí do organismu vnímavého jedince.

Ad a) Ve zdroji, tzn. živém organismu, se původci nacházejí na určitých místech, např. stafylokoky na kůži, gramnegativní tyčinky v GIT, HBV v krvi. Těmito lokalizacemi je dán mechanismus vylučování:

slinami, sekretem horních cest dýchacích, sputem,

močí, stolicí

krví a tělními tekutinami

sekrety, hnisem z kůže, sliznic a ran

Ad b) Mechanismus přenosu do jisté míry určuje i prostředí, kam se patogen dostane, a kde přežívá. Tak se např.

původce infekcí dýchacího traktu vylučuje do vzduchu, mikroby z krve, sekretů a ran mohou kontaminovat obvazový materiál, ručníky, prádlo, pomůcky. Na dobu přežívání mikroba v nemocničním prostředí má vliv především jeho rezistence vůči prostředkům dezinfekčním a sterilizačním - tedy chemorezistence, termorezistence, případně aktinorezistence. Mezi ty nejrezistentnější patří nemocniční kmeny, které jsou příčinou mikrobiální kontaminace prostředí, tekutin a předmětů. Vznikají rezervoáry NI.

Ad c) Místo průniku nákazy do organismu se nazývá vstupní branou infekce. V závislosti na průvodním onemocnění mohou být přirozené bariéry lidského těla narušeny, a tím usnadněn průnik infekce. Branou infekce může být ústrojí respirační. Inhalací patogenem kontaminovaných kapének slin při mluvení, kýchání atp., aerosolu z ventilačních přístrojů, klimatizací nebo inhalačních nástrojů, či kontaminovaného prachu z prádla.

Další možností je prostup kůží nebo sliznicemi. Pravděpodobnost zvyšuje jakékoli poranění. Ať už původu traumatického nebo operačního. Tento způsob průniku se nazývá inokulace. Řadí se sem i přímá inokulace do krevních a lymfatických cest infuzí, při aplikaci léků nebo inokulace do hlubších tkání při invazivních výkonech. Při koupání v kontaminované vodě nebo vaně může dojít k průniku spojivkovým vakem.

Mezi způsoby přenosu patří: přenos přímý a nepřímý; přenos vzduchem; přenos vodou a potravinami; a přenos pomocí hmyzu.

## **2: Nozokomiální infekce novorozenců**

Specifické nozokomiální nákazy novorozenců vznikají především při diagnostických a terapeutických invazivních výkonech, při porušení zásad sterility a asepsy při ošetřování nemocných novorozenců.

Zdrojem NI jsou nemocní a kolonizovaní novorozenci, matky, personál a ostatní novorozenci. Rezervoárem pak veškeré složky prostředí, ve kterém je novorozenec ošetřován (inkubátorem počínaje, postýlkou a přebalovacím stolem konče); fonendoskopy; další zdravotnické pomůcky (katetry, kanyly, sondy, intubační rourky); přístroje (ventilátory), prádlo, obuv personálu... Infekce se může šířit přímým či nepřímým kontaktem, důležitou roli hrají ruce personálu, častá je kapénková nákaza, možný je přenos stravou. Nezralý imunitní systém novorozence poté svádí nerovný boj se získanou nemocniční nákazou.

### **2.1 Klinické rozdělení NI, jednotlivé typy**

NI novorozenců se dle postižených míst a orgánů dělí na: infekce krevního řečiště (jež jsou u novorozenců nejčastější); meningitidy; infekce horních (v anglosaské literatuře uváděné jako ear,nose and throat infection) a dolních dýchacích cest (kde k nejzávažnějším patří VAP= ventilator-associated pneumonia); infekce močových cest, které jsou u novorozenců méně běžné než u dospělých pacientů; ranné, jejichž výskyt je též nižší u novorozenců než u dospělých, ale na druhou stranu s sebou přináší značně vysokou morbiditu a mortalitu; infekce gastrointestinálního traktu především průjmového charakteru; kožní, slizniční a ostatní –jako např. oční infekce, které jsou často podceňované.

### **2.1.1 Infekce krevního řečiště**

Riziko vzniku infekce krevního řečiště (dále jen IKŘ ) představuje jakýkoli zásah do krevního řečiště, při kterém je porušena celistvost kožní bariéry. Vysoce rizikovým výkonem je zavedení periferního a zvláště pak centrálního žilního katetru. Ten je ovšem v péči o nemocného novorozence stěžejní pomůckou, je nepostradatelný k obnově životních funkcí, při aplikaci léků a parenterální výživy, při podávání krevních a infuzních roztoků, hemodialýze a monitorování kardiovaskulárních funkcí.

Zatímco mezi dospělými se IKŘ podílí na celkovém počtu NI pouhými 10%, u novorozenců patří k nejčastějším. Podle nedávných studií (2),(3) IKŘ reprezentuje více než tři čtvrtiny všech NI mezi novorozenci. Vstupní branou infekce je buď místo inserce katetru( zevní povrch katetru osídlují především bakterie kolonizující kůži) nebo spojky, jež napojují infuzní set na lahve s infuzními roztoky. Mikrobi mohou katetr osídlit i hematogenně ze vzdáleného místa, výjimečně může být kontaminován infuzní roztok. Patogenezou IKŘ je pozvolná kolonizace katetru mikroorganismy na biofilmu, který se vytváří uvnitř i vně katetru. Katetr může být infikován na své špičce, kde je mikrobiální flóra usídlena na nasedajícím trombu nebo z podkožního tunelu podél žíly. Ze špičky katetru i z tromboflebitidy se pak snadno uvolní infikovaný trombus a je zdrojem sepse jako reakce celého organismu na toxiny bakteriálních kmenů.

Diagnóza klinická se provádí na základě febrilního stavu nejasné etiologie, případně zarudnutí a citlivosti kůže v místě vpichu. Diagnostika laboratorní (mikrobiologická) znamená opakovaný nález pozitivní hemokultury (odebírané paralelně



z periferie i CŽK), a kultivaci z konce katetru. Tak rozeznáváme klinickou sepsi, která jeví klinické známky sepse (viz. Tab.1), pacient má zavedený katetr, ale opakované hemokultury zůstávají negativní, a sepsi laboratorně prokázanou s pozitivními hemokulturami. Jedinou účinnou terapií je okamžitá výměna katetru, antibioterapie a protišoková opatření.

Sepse se u novorozenců projevuje jako časná forma do 48 hodin po porodu (někde též 72hod., tzv. early-onset sepsis), která má spíše nespecifické a nelokalizované příznaky jako je porucha sání, dýchání, zvýrazněný a prolongovaný ikterus, a hypotonie. Nebo jako pozdní forma (late-onset sepsis), která je lokalizovaná v CNS, kostech, ledvinách atp...(viz.Tab.1, Klinické projevy novorozenecké sepse)

Tab. 1

Klinické projevy a základní laboratorní nálezy při novorozenecké sepsi

A.Klinický projev	Změněná kvalita
<ul style="list-style-type: none"> <li>* Teplota</li> <li>* Tonus</li> <li>* Chování</li> <li>* Chuť k pití</li> <li>* Akra</li> <li>* Ikterus</li> <li>* Dýchání</li> <li>* Příznaky GIT</li> <li>* Krevní oběh</li> </ul>	<p>Nestabilní (horečka i hypotermie)!</p> <p>Hypotonie/hypertonie</p> <p>Neklid, apatie, slabost</p> <p>Snížená</p> <p>Chladná, akrocyanóza</p> <p>Citronový charakter</p> <p>Poruchy dýchání, apnoe</p> <p>Časté, zelené stolice, vzedmuté břicho, zvracení, plynatost</p> <p>Hypotenze, tachykardie, pokles diurézy, bledost</p>
B.Orgánové postižení	Meningitis, pneumonie, osteomyelitis, pyelonefritis
C.Laboratorní vyšetření	Očekávaný nález
<ul style="list-style-type: none"> <li>*Počet leukocytů</li> <li>* Tyče/neutrofily</li> <li>* Trombocyty</li> <li>* Erytrocyty</li> <li>* CRP</li> <li>* Hemokultura</li> <li>* Likvor</li> <li>* Moč</li> </ul>	<p>Spíše leukopenie, posun doleva</p> <p>Více než 0,2</p> <p>Snížené</p> <p>Snížené (anemie)</p> <p>Zvýšený</p> <p>Pozitivní (opakovaná)</p> <p>Pozitivní kultivace, zvýšená bílkovina, snížená glukóza</p> <p>Pozitivní kultivace (řádně odebraný vzorek)</p>

Již jsem zmínila, že IKŘ zůstává vedoucí příčinou NI u novorozenců na NICU. Jako hlavní rizikové faktory studie uvádějí nízkou porodní hmotnost (dělení novorozenců dle porodní hmotnosti na: novorozence s nízkou porodní hmotností (LBW) pod 2500g, s velmi nízkou porodní hmotností (VLBW) pod 1500g a s extrémně nízkou porodní hmotností pod 1000g (ELBW), přičemž nozokomiální nákazou jsou ohroženi především VLBW novorozenci a menší), gestační stáří (nezralost), přítomnost centrálního žilního katetru (CŽK) a totální parenterální výživu.(2) Perlman et. al. analyzoval ve své rozsáhlé kohortové studii 2935 novorozenců umístěných na 2 různých odděleních NICU, aby identifikoval hlavní rizikové faktory. Z těchto novorozenců, 205 (s průměrnou porodní váhou 1420g), onemocnělo IKŘ mezi 21,4. a 35,7. dnem věku. Zjištěné rizikové faktory zahrnovaly nízkou porodní hmotnost, s přídatným 9% rizikem na každý 100g rozdíl tělesné hmotnosti, přítomnost CŽK (9,3x zvýšené riziko oproti dětem bez CŽK) a úplnou parenterální výživu.(4) Stejným úkolem, tedy pojmenováním hlavních rizikových faktorů IKŘ, se zabýval i Holmes et al.(5) ve své 34-měsíční studii, provedené na jediné NICU během hospitalizace 1367 novorozenců. Za jasné rizikové faktory Holmes et al. označil gestační věk nižší než 26 týdnů, totální parenterální výživu, nízkou porodní hmotnost a přítomnost CŽK. Graham et al. potom v další studii demonstroval příčinnou souvislost mezi kolonizací střeva a kůže gramnegativními bakteriemi jako zdroje pro následnou IKŘ u VLBW novorozenců. (6) Schwab et al. ve své práci poukázal na souvislost mezi účastí v národním systému kontroly nozokomiálních infekcí (NEO-KISS), který byl založen v Německu v roce 2000, a následným snížením výskytu IKŘ u novorozenců s VLBW hospitalizovaných na NICU. (3) Celkem 48 NICU se přihlásilo do tohoto programu se zaměřením na IKŘ a

pneumonie. 24 z nich potom splnilo kritéria účasti této 3-leté studie, podávající informace celkem o 3856 pacientech a 152 437 dnech hospitalizace. Incidence NI (IKŘ , pneumonie) byla 26%. Ve 1111 případech (88%) se jednalo o IKŘ, následovaných 151 případy pneumonie(12%). Ze 1111 případů IKŘ jich bylo 419 spojeno se zavedeným CŽK (38%). Nejčastěji identifikovaným agens byly koaguláza-negativní stafylokoky(51,2%), dále *Staphylococcus aureus* s 10,9%, *Enterococcus* spp. (6,4%), *Enterobacter* spp.(6,0%), *Candida albicans* (4,7%), *Escherichia coli* (4,6%) a *Klebsiella* spp. ve 3,7%. Z výsledků vyplynulo, že účast novorozeneckých JIP v surveillance systému vedla ke značnému snížení výskytu IKŘ, přesně o 24%.

### **2.1.2 Respirační infekce**

Mezi nejzávažnější respirační nákazy vyskytující se na novorozeneckých odděleních patří pneumonie. Může jít o nákazu endogenního i exogenního původu. U nákazy exogenní je zdrojem infekce jiný pacient nebo personál, u infekce endogenní je zdrojem pacient sám. Významné jsou rezervoáry infekce (inhalátory, ventilátory) s přežívajícími rezistentními kmeny bakterií, např. Pseudomonády a jiné gramnegativní bakterie. Cesta přenosu je uskutečňována vzduchem kapénkovou infekcí, kontaminovaným prachem, aerosolem nebo předměty.

Nozokomiální pneumonie se může vyskytnout u neventilovaných pacientů , kdy původci jsou běžná grampozitivní i gramnegativní agens, anaerobi u aspiračních pneumonií, legionely a u dětí velmi časté RS viry. Specifickou a velmi závažnou skupinou onemocnění jsou tzv. VAP = ventilator-associated pneumonia u intubovaných novorozenců na řízeném dýchání.

VAP může vzniknout aerogenně, kontaminací dýchacího okruhu, nebo hematogenním rozsevem (translokací mikrobu ze střeva, při infekční endokarditidě). Další možností je mikroaspirace sekretů z orofaryngu, kdy původcem může být mikroflóra dutiny ústní, kolonizující mikrobi z prostředí nebo flóra z gastrointestinálního traktu. Podezření na VAP máme v případě nálezu plicního infiltrátu na RTG, horečky, hnisavé sekrece z bronchů, leukocytózy a při zhoršení výměny dýchacích plynů. Samotný pozitivní kulturační nález k diagnóze nestačí. Mikrobiologická diagnostika zahrnuje vyšetření tracheálního aspirátu, necílenou laváž, odběr chráněným kartáčkem a bronchoskopii s cílenou laváží s následnou kultivací, přičemž musím zdůraznit, že diagnostika v populaci novorozenců je značně svízelná.

Mezi nejčastější původce patří *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Klebsiella* a enterokoky. Rizikovými faktory VAP, stejně jako u IKŘ, jsou nízká porodní hmotnost a prematurita. Faktor protektivní proti vzniku nemocniční pneumonie představuje císařský řez. (3) Uváděná incidence VAP u novorozenců v jednotlivých studiích je značně rozdílná, v závislosti na nezralosti a jednotlivých institucích. Foglia et al. uvádí rozmezí výskytu mezi 0-34,5% v závislosti na věku. (7) Dr.Schwab ve své práci zjistil 151 případů pneumonie na souboru 3856 pacientů, tzn. 12% výskyt. 84 případů z celkových 151 pneumonií bylo VAP (56%). (3)

### **2.1.3 Ostatní infekce**

Infekce močových cest u novorozenců

Infekce močových cest u novorozenců nejsou zdaleka tak časté jako u dospělých pacientů, kde se jejich výskyt po

zavedení permanentní močového katetru blíží až 90%. (1) Vznik nemocničních IMC souvisí s instrumentací v močových cestách. Zdrojem jsou převážně jiní pacienti, kteří vylučují mikrobi do okolního prostředí, původci se poté množí ve vlhkých rezervoárech. Nozokomiální nákazy jsou především exogenní, zatímco v běžné populaci se v absolutní většině jedná o přemnožení endogenní flóry. Cesta přenosu je možná veškerými pomůckami a nástroji, které nebyly dostatečně sterilizovány, významný je přenos kontaminovanými rukama personálu. Mezi původci převládají gramnegativní tyčky, dále se uplatňují streptokoky skupiny B, enterokoky a kvasinky.(viz.tab 3)

Sastre et al. porovnával nozokomiální IMC u novorozenců s infekcemi komunitními. (8) Došel k zajímavým závěrům, že děti s nozokomiální IMC měly signifikantně vyšší prokázaný výskyt vezikouretrálního refluxu než děti s komunitními infekcemi (48,6% vs. 23,8%), což naznačuje, že močové katetry nehrají tak důležitou roli při vzniku IMC u dětských pacientů jako u dospělých. Dále jedna třetina těchto novorozenců měla ledvinový kortikální defekt, s mnohem vyšším výskytem u dětí s nozokomiální IMC (73,3% versus 30,8%, náhodná chyba  $P < 0,01$ ).

#### Ranné infekce

Ranné infekce se sice u novorozenců vyskytují zřídka ve srovnání s dospělou populací pacientů, nevýhodou či rizikem je ovšem vysoká morbidita a mortalita, kterou s sebou přinášejí. Obecně je vznik těchto infekcí ovlivněn řadou faktorů, záleží na místě a typu operace, na pořadí operace během dne, délce výkonu, velikosti operační rány, použité dezinfekci a neporušených zásadách asepse, aplikaci antibiotik, zdravotním stavu operujícího týmu a imunitním stavu pacienta. Původci

většiny ranných infekcí jsou pyogenní koky, při střevních operacích se mohou uplatnit anaerobi.

#### Ostatní

Dalšími NI, které se mohou u novorozenců vyskytnout, jsou např. *infekce kožní a slizniční*. Poměrně vysoké procento zastoupení mezi NI mají konjunktivitida nebo endoftalmitida, jejichž význam se občas podceňuje. Některé vznikají sekundárně při bakteriémii, jiné následkem špatné ruční hygieny či z důvodu kontaminovaných očních kapek. Na předních místech se dále vyskytují pyodermie a impetigo (způsobené pyogenními koky) a kandidózy (soor).

**Tab. 2 Rozložení NI ( různé klinické obrazy) u novorozenců v závislosti na porodní hmotnosti**

Porodní hmotnost	Celkový počet zkoum. pacientů	Počet pacientů s infekcí	Celkový počet infekcí	IKŘ	Pneumonie	Infekce HCD	IMC	Ostat.
n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
<500g	13(1,6)	1(1,1)	1(0,9)	1(1,6)	0	0	0	0
501-1000g	246(31)	43(45,7)	58(50,0)	31(50,8)	9(60,0)	5(50,0)	4(40,0)	9(45,0)
1001-1500g	147(18,5)	21(22,3)	26(22,4)	15(24,6)	2(13,3)	2(20,0)	1(10,0)	6(30,0)
1501-2000g	74(9,3)	2(2,1)	2(1,7)	2(3,3)	0	0	0	0
2001-2500g	74(9,3)	5(5,3)	5(4,3)	2(3,3)	1(6,7)	1(10,0)	1(10,0)	0
>2500g	239(30,1)	16(17,0)	17(14,7)	7(11,5)	2(13,3)	2(20,0)	3(30,0)	3(15,0)
neznámá	34	6(6,4)	7(6,0)	3(4,9)	1(6,7)	0	1(10,0)	2(10,0)
Celkem	827	94	116	61	15	10	10	20

IKŘ= infekce krevního řečiště, HCD=horní cesty dýchací, IMC=infekce močových cest

**Tab. 3 Rozložení patogenů způsobujících novorozenecké NI,  
Sohn et al.**

Patogen	Celkový počet n (%)	IKŘ n (%)	Pneumonie n (%)	IMC n (%)	Infekce HCD n (%)	ostatní n (%)
Koaguláza-negativní stafylokoky	37 (31,6)	28(48,3)	2 (10,0)	0	3 (33,3)	4(22,2)
Enterokoky	12 (10,3)	9 (15,5)	0	2 (16,7)	0	1 (5,6)
<i>Escherichia coli</i>	10 (8,5)	2 (3,4)	2 (10,0)	5 (41,7)	0	1 (5,6)
<i>Pseudomonas Aeruginosa</i>	8 (6,8)	3 (5,2)	3 (15,0)	0	1 (11,1)	1 (5,6)
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	7 (6,0)	1 (1,7)	4 (20,0)	1 (8,3)	0	1 (5,6)
<i>Candida Albicans</i>	7 (6,0)	4 (6,9)	0	2 (16,7)	0	1 (5,6)
<i>Enterobacter cloacae</i>	7 (6,0)	0	3 (15,0)	0	2 (22,2)	2 (11,1)
<i>Serratia marcescens</i>	6 (5,1)	2 (3,4)	0	2 (16,7)	0	2 (11,1)
<i>Staphylococcus aureus</i>	5 (4,3)	2 (3,4)	1 (5,0)	0	1 (11,1)	1 (5,6)
Ostat.bakterie	9 (7,7)	1 (1,7)	4 (20,0)	0	1 (11,1)	3 (16,7)
Houby,jiné než kandidy	8 (6,8)	6 (10,3)	0	0	1 (11,1)	1 (5,6)
Respiratory syncitial virus	1 (0,9)	0	1 (5,0)	0	0	0
Celkem	117	58	20	12	9	18
Negativní hemokultury	5	4	0	0	0	1
Polymikrobiální infekce	16	4	5	2	2	3

IKŘ= infekce krevního řečiště, HCD=horní cesty dýchací, IMC=infekce močových cest



### 3: Podíl etiologických agens na nozokomiálních infekcích

Jak se zdá došlo v uplynulých dvou desetiletích ke změnám v epidemiologické situaci nozokomiálních nákaz. Zatímco v polovině a na konci 90.let 20.století převažovaly mezi původci nozokomiálních infekcí jednoznačně grampozitivní koky, na přelomu nové tisíciletí začaly první místa tabulek zaujímat gramnegativní tyče. Tento trend dokumentuje studie Sumathi N. a Nalini Singh. (9) Během 5-leté studie (1996 až 2001) celkem 665 patogenů způsobilo 640 NI na NICU. Mezi původci převažovaly gramnegativní tyče ( 284 z celkem 665 patogenů, tedy 43%), následované 223 výskyty grampozitivních koků (33,5%). Mezi gramnegativními tyčemi byl nejčastěji izolován *Enterobacter* spp. Rezistence na Ceftazidin byla zjištěna u 56 z 81 (69%) Enterobakterů. Nejčastějším typem NI byly IKŘ a pneumonie. Více než polovina NI se vyskytla u novorozenců s porodní hmotností nižší než 1000g. Bylo identifikováno 279 IKŘ (42%), a 150 (22, 5% ) infekcí dolních cest dýchacích (tracheitis, tracheobronchitis, bronchopneumonie). Koaguláza-negativní stafylokoky byly nejčastější příčinou sepsí (104 z celkem 279, 37%), 2.nejfrekventovanějším původcem pak byla *Candida* spp. (63 z 279, 23%), následovaná čeledí *Enterobacteriaceae* (52 z 279, 19%). Z dýchacího traktu byly hlavním izolovaným mikroorganismem gramnegativní tyče. (viz tab. 4)

Tab.4 Distribuce patogenů, Sumathi nambiar, Nalini Singh, 2001

Název patogenu	Počet jím způsobených infekcí N (%)
Gramnegativní tyče	284 (42,7)
Enterobacteriaceae	213 (32)
<i>Enterobacter</i> spp.	84 (12,6)
<i>Escherichia coli</i>	45 (6,8)
<i>Klebsiella</i> spp.	39 (5,9)
<i>Serratia</i> spp.	28 (4,2)
Ostatní enterobacteriaceae	17 (2,6)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	64 (9,6)
Ostatní gramnegativní tyče	7 (1,0)
Grampozitivní koky	223 (33,5)
Koaguláza-negativní stafylokoky	118 (17,7)
<i>Staphylococcus aureus</i>	46 (6,9)
<i>Enterococcus</i> spp.	45 (6,8)
Ostatní grampozitivní koky	14 (2,1)
Houby	106 (15,9)
<i>Candida albicans</i>	40 (6,0)
<i>Candida parapsilosis</i>	30 (4,5)
Ostatní <i>Candida</i> spp.	12 (1,8)
Ostatní houby	24 (3,6)
Ostatní	52 (7,9)
Respirační syncytiální virus	16 (2,4)
<i>Ureaplasma urealyticum</i>	13 (1,9)
Herpes simplex virus	12 (1,8)
Ostatní viry	11 (1,7)
Celkem	665

Distribuci jednotlivých mikroorganismů a jejich podíl na jednotlivých infekcích dokumentuje tab. 5

Yaleská studie z roku 2005 označila za hlavní původce časných sepsí (early-onset sepsis) streptokoky skupiny B (47%), následované *Escherichia coli* s 23% , *Staphylococcus* spp. (13%) a gramnegativními tyčemi jinými než *E.coli* (8%). (10) Koaguláza-negativní stafylokoky (39%) byli vedoucími mikroorganismy, které způsobovali pozdní sepsi (late-onset sepsis). Mezi dalšími dominovala *E.coli* a *Candida albicans* (obě po 9%). Varujícím bylo zjištění, že téměř všechny koaguláza-negativní stafylokoky byly meticilin (oxacilin)-rezistentní (87%).

Na NICU je až 80% pacientů kolonizovaných *S.aureus* 10.den po přijetí. Hlavními lokalizacemi je pahýl pupečníku, kůže, nazofarynx a gastrointestinální trakt. Meticilin-rezistentní *S.aureus* (MRSA) se stává naléhavým problémem. Nedávné studie z Taiwanu a USA uvádějí, že až 41% novorozenců na NICU je kolonizovaných *S.aureus* a odhaduje se, že až 26% z nich rozvine nozokomiální nákazu. (2) Pacienti s invazivní infekcí způsobenou *S.aureus* mají nižší porodní hmotnost, dostávají totální parenterální výživu a mají zavedený CŽK či jsou zaintubováni.

Invazivní plísňové infekce jako závažná příčina morbidity a mortality se na NICU objevují se vzrůstající tendencí. Až 14% novorozenců je kolonizováno *Candida* spp. již 5. den po přijetí na NICU. Kolonizace *Candida* spp. je rizikovým faktorem pro získání invazivní infekce u ELBW s mortalitou až 12%. (11) Zaoutis et al. zároveň uvádí, že ačkoliv systémové kandidózy neprodloužily délku pobytu, náklady na zdravotní péči značně vzrostly. (11) Kandidy jsou nejčastěji zastoupeny následujícími druhy: *C.albicans*, *C.parapsilosis*, *C.tropicalis*, *C.lusitaniae* a *C.krusei*. Azolová rezistence, stejně tak rezistence na Amfotericin B, je zatím ojedinělá. Plísňové infekce jsou tradičně spjaty s předchozí širokospektrou antimikrobiální terapií, dlouhým pobytem v nemocnici a stavy se sníženou imunitou. Proto je třeba zdůraznit, že omezení nadměrného používání polymikrobiální terapie může napomoci snížit výskyt kandidových nákaz. (12)

Prevalence gramnegativů s rozšířeným spektrem  $\beta$ -laktamáz je značně oddílná v jednotlivých geografických pásmech. Zatímco např. v Indii je její výskyt až 87%, v evropských zemích takových hodnot naštěstí nedosahuje. Ke státům EU s nejvyšším výskytem patří Itálie (27%). Nízká porodní hmotnost a gestační věk, empirická antibioterapie a

délka hospitalizace patří mezi rizikové faktory nálezů *Klebsiellou pneumoniae* a *Serratii marcescens*. (2)

Tab. 5 Distribuce patogenů

Mikroorganismus	IKŘ n (%)	Infekce DCD (jiná než pneumonie)	Pneumonie n (%)	IMC n (%)	Ranné infekce n (%)	Ostatní n (%)	Celkem n (%)
Gramnegativní tyče							284
Enterobacteriaceae	53(19)	40(33,6)	7 (22,5)	53 (73,6)	40 (62,5)	20(20)	213
<i>Pseudomonas</i>	9 (3,2)	27(22,6)	7 (22,5)	2(2,7)	7(10,9)	12(12)	64
Ostat.G- tyče	0	3 (2,5)	0	0	0	4(4)	7
Grampozitivní Koky							223
Koaguláza- negativní stafylok.	104(37,3)	0	0	0	2(3,1)	12(12)	118
Ostatní G+ koky	37(13,3)	18(15,1)	5(16,1)	6(8,3)	15 (23,4)	24(24)	105
Houby							106
<i>Candida</i> spp.	63(22,6)	3 (2,5)	2 (6,4)	7(9,7)	0	7(7)	82
Ostatní houby	13(4,6)	5 (4,2)	1 (3,2)	4(5,5)	0	1(1,0)	24
Ostatní	0	23(19,3)	9 (29)	0	0	20(20)	52
Celkem	279	119	31	72	64	100	665

## **4: Jak snížit výskyt nozokomiálních infekcí u novorozenců**

Jak již bylo několikrát řečeno, nozokomiální infekce vznikají ve spojitosti s pobytem v nemocnici. U novorozenců jsou častou a závažnou příčinou morbidit a mortality. Povinností a cílem každého zdravotnického zařízení by tedy měla být snaha o jejich eliminaci.

### **4.1 Výsledky zahraničních studií**

Dr. Schelonka se ve své intervenční studii pokusil prostřednictvím rozsáhlé skupiny opatření snížit výskyt NI na NICU. (13) Jeho tým, který zahrnoval lékaře, sestry, ošetřovatele, ústavní hygieniky a mikrobiology, definoval 5 cílových oblastí, na něž se zaměřil. Jednalo se o:

1) prostředí novorozence- zde zdůraznil důležitost pravidelného a důsledného *mytí a dezinfekce rukou* před jakoukoli manipulací s novorozencem, a nutnost dekontaminace povrchů prostředí

2) péče o vaskulární katetry- dodržování zásad asepse při zavádění a údržbě katetrů, vyškolení speciálního týmu sester

3) výživa novorozence- význam kojení, minimalizovat délku totální parenterální výživy

4) uvážlivá antibioterapie- co nejvíce zkrátit dobu podávání empirické širokospektré antibioterapie, včasné určení původce a jeho citlivosti k atb

5) vzdělávání personálu- neustálé proškolení a ověřování nabytých znalostí personálu, besedy, zvyšování povědomí o významech a rizicích NI, motivování personálu, systém odměn

Dr. Schelonka nejprve provedl 2-měsíční školení veškerého nemocničního personálu a během následujících 3 let

sledoval jeho pozitivní dopad. Během těchto let byly znalosti personálu a jeho motivace neustále posilovány. Došel k zajímavým závěrům. Během těchto 3 let se mu podařilo významně snížit výskyt NI. Během prvního roku studie klesl celkový počet NI o 26% a v průběhu dalších dvou let programu poklesl o 29% z původních hodnot. Nejvyšší měrou se na tom podílelo snížení výskytu infekcí způsobených koagulázanegativními stafylokoky (o 46%).

O něco podobného se ve své práci pokusil i Dr. Schwab et al. (3) Prostřednictvím účasti v národním systému kontroly NI u pacientů s VLBW přijatých na NICU (NEO-KISS, 2000, Německo) se pokusil snížit počet IKŘ a pneumonií, přičemž incidence IKŘ se významně snížila. Viz příloha 4 , 5

## **4.2 Protiepidemická opatření**

Na odděleních rizikového charakteru, kam novorozenecká oddělení samozřejmě patří, je nutno počítat se zvýšeným výskytem závažných nozokomiálních nákaz, vyvolaných multirezistentními kmeny. Do této skupiny patří i nákazy vyvolané kmeny gramnegativních tyčí ( viz. 4.2.1). Tyto kmeny získávají postupně epidemiologickou převahu a představují pro pacienty závažné nebezpečí. Přítomnost beta-laktamázových genů na plazmidech a jejich přenos mezi bakteriemi různých rodů a druhů odpovídá za mnohočetnou rezistenci pseudomonád a enterobakterií. Šíření těchto kmenů v nemocnicích je celosvětovým problémem a snahy o jejich eliminaci představují náročný problém. (16) Gramnegativní tyče způsobují hlavně následující NI: IMC, pooperační ranné infekce, peritonitidy, bronchopneumonie a aspirační pneumonie, bakteriémie spojené s i.v.kanylací a močovou katetrizací, sepse, meningitidy aj. (viz kap.3, tab.5)

### 4.2.1 Kazuistika

Výskyt enterotoxigenního kmene *Escherichia coli* 06 na oddělení novorozenců, následná opatření

V březnu loňského roku 2008 došlo na novorozeneckých odděleních jedné nejmenované pražské nemocnice k výskytu závažných nozokomiálních infekcí (2 případy sepse s následným úmrtím) vyvolaných hemolytickým kmenem *Escherichia coli* 06. Jednalo se o sérotyp zařazený do skupiny extraintestinálních enteropatogenních *E.coli* vyvolávajících infekce močových cest, meningitidy a sepse zvláště u novorozenců. Při provádění protiepidemických opatření byl zjištěn a potvrzen výskyt *E.coli* 06 ve stolici všech dětí zde hospitalizovaných včetně dětí propuštěných a hospitalizovaných na oddělení od 19.2.2008, kromě 4 novorozenců, jejichž vyšetření stolice nebylo v době napsání této zprávy ještě k dispozici. U všech ostatních se *E.coli* 06 ve stolici prokázala a to včetně jednoho novorozence umístěného na oddělení fyziologických novorozenců. Oddělení fyziologických novorozenců je samostatně umístěné zcela mimo prostory JIRP, JIP a IMP. Z výše uvedeného vyplynulo, že kmen *E.coli* 06 byl na oddělení zavlečen personálem. Současně byl nález kmene *E.coli* 06 zjištěn u personálu. viz. Příloha 1

Hygienická stanice dané nemocnice v návaznosti na výskyt enterotoxigenního kmene *E.coli* 06 u hospitalizovaných pacientů na Novorozeneckém oddělení a u několika osob personálu tohoto oddělení doporučila neprodleně provést následující opatření:

1) Personál NICU musí bez výjimky při každém ošetření a vyšetřování novorozenců používat čisté jednorázové rukavice.

2) Rukavice musí personál vyměňovat i při ošetřování různých tělních systémů jednoho pacienta.

3) Po sejmutí rukavic musí personál vždy provést hygienickou dezinfekci rukou.

4) Personál musí důkladně provádět hygienické mytí rukou s následnou hygienickou dezinfekcí rukou po každém použití toalety.

5) Na WC personálu musí být instalovány dávkovače s dezinfekcí na ruce.

6) Generální úklid s dezinfekcí všech povrchů a ploch včetně dezinfekce vzduchotechniky musí být proveden ve všech prostorách Novorozeneckého oddělení.

7) Pacienti s pozitivním nálezem enterotoxigenního kmene E.coli 06 budou podrobeni konsiliárnímu vyšetření ústavním infekcionista, který stanoví další postup terapie včetně následných kontrolních odběrů.

8) Personál s pozitivními nálezem enterotoxigenního E.coli bude podroben vyšetření lékařem Oddělení primární péče, který stanoví terapeutický postup s následnými kontrolními odběry.

Hygienická stanice hlavního města Prahy jako příslušný orgán ochrany veřejného zdraví vydala rozhodnutí podle něhož tato nemocnice nesměla nadále přijímat nové pacienty na Novorozenecké oddělení až do doby potlačení výskytu kmene E.coli 06. Byl zřízen filtr pro zaměstnance zajišťující chod daných novorozeneckých stanic, kdy personál musel používat pracovní oděv vyčleněný pouze na práci na těchto odděleních a provádět dezinfekci rukou před odchodem z těchto stanic. Matky , docházející za svými dětmi hospitalizovanými na těchto odděleních , též musely procházet filtrem, oblékat ochranný plášť a provádět dezinfekci rukou před odchodem z těchto stanic. Před znovuzahájením příjmu na všechna tato novorozenecká oddělení



byla nařízena dekontaminace všech stanic JIRP, JIP, IMP a fyziologických novorozenců včetně operačních sálů. Dekontaminace se týkala veškerého vybavení včetně postýlek a inkubátorů.

Typizace kmenů *E.coli* z novorozeneckého oddělení viz. Příloha 1

#### **4.2.2 Epidemie a rezistentní kmeny**

Význam epidemií závisí na počtu postižených pacientů, přispění neobvyklých patogenů a zdrojů, a závažnosti infekce. Častým původcem epidemií na novorozeneckých odděleních je *Staphylococcus* spp., způsobující např. kožní infekce. Zdrojem může být ošetřovatel-nosič, rezervoárem třeba dětský olejček.

Stafylokokové infekce, vzhledem k jejich vzrůstající rezistenci, jsou stále naléhavějším problémem. V USA např. jsou MRSA epidemie stále častější. V Chicagské studii bylo během 16 měsíců identifikováno 149 MRSA-pozitivních novorozenců, 21% z nich vyvinulo invazivní infekci, 6 jich zemřelo. Rizikovými faktory pro rozvinutí infekce byly nízká porodní hmotnost a krátká doba mezi přijetím a první pozitivní kulturou. (15) Dalším závažným problémem jsou gramnegativy s rozšířeným spektrem beta-laktamáz nebo panrezistentní *Acinetobacter baumannii*. (16) Situaci v české nemocnici mapuje příloha 3.

#### **4.2.3 Protiepidemický režim**

Tabulka 6 a následující text shrnuje složky protiepidemického režimu (14).

Tab. 6 Složky protiepidemického režimu

1. Přijímání rodiček
2. Hospitalizace novorozenců
3. Dezinfekce a sterilizace
4. Dezinfekce rukou
5. Režim prádla
6. Režim obouvání
7. Režim zpracování a skladování stravy
8. Koupání a oblékání novorozence
9. Ošetrovatelská péče
10. Prostorové vybavení a personální obsazení
11. Režim sanace prostorů
12. Režim návštěv
13. Režim monitorování prostředí
14. Opatření při výskytu infekce
15. Režim antibiotik

1) Při přijímání rodiček musíme dbát na epidemiologickou anamnézu rodičky, zaměřenou na výskyt eventuálního průjmu, virózy, aj.

2) Hospitalizace novorozenců je v současné době prováděna systémem roaming-in, tzn. společný pobyt matky a dítěte. Z hlediska epidemiologického je vhodné využívat tzv. kohoutový způsob hospitalizace novorozence, tj. přijímání matek a novorozenců na jeden pokoj ve stejný den.

3) Provádět řádnou dezinfekci a sterilizaci prostředí. Každá nemocnice a každé oddělení má speciální protiepidemické nařízení.

4) Dezinfekce rukou se provádí tak, že si myjeme ruce tekutým mýdlem umístěným v dávkovači (nejlépe v každém pokoji, na chodbách, na WC) a poté si ruce omyjeme roztoky, které obsahují izopropylalkohol (sterilium). Očista rukou musí být prováděna pravidelně, opakovaně, důsledně. Před vyšetřením každého dítěte je vhodné umýt si ruce nejprve vodou, pak dezinfekčním roztokem a nechat je oschnout. Na začátku

každého ošetrovatelského procesu je nutné si ruce omýt mýdlem v teplé tekoucí vodě, poté aplikovat dezinfekční roztok a nechat jej působit alespoň 20 sekund. Na aplikaci jak mýdla, tak dezinfekčního roztoku jsou vhodné speciální dávkovače. Nedoporučuje se lakování nehtů a nošení prstýnků. Vhodné je též používání sterilních rukavic.

5) Prádlo musí být čistě vypráno a přežehleno. Vhodně je uloženo v suchu. Manipulace se znečištěným prádlem může hrát významnou úlohu při přenosu infekce, proto nesmí být na NICU uloženo déle než hodinu.

6) Na NICU i dalších novorozeneckých odděleních by měl mít každý pracovník zvláštní přezůvky. Prádlo by se na NICU mělo měnit každý den. Při invazivních výkonech se používá operačních čepců, sterilních plášťů, roušek atd.

7) Musí být zaručena sterilní příprava (láhve se sterilizují) a uchovávání stravy (při 4 C). Nutná je sterilní manipulace s podávanou stravou, která musí být bakteriologicky testována a připravena nejdéle na 24 hod.dopředu. Mateřské mléko, pokud není hned podáno, se musí sterilně zpracovat. V lednicích umístit teploměr.

8) Koupání a omývání novorozence též podléhá pravidlům. Vaničky musí mýt kovové odpady, nesmí mýt gumová těsnění, kůže se omývá vhodným mýdlem. Místo pro ošetření vykoupaného novorozence musí být vzdáleno alespoň 50cm od vaničky.

9) Ošetrovatelská péče je jednou z nejdůležitějších prevencí vzniku NI. V zásadě musí být jemná, netraumatizující, důsledná a pravidelná. Spočívá ve správné manipulaci s katetry, infuzemi, dezinfekci odběrových míst, dodržování pravidel výměny dezinfekčních roztoků atd. Musí být dodržována vždy a všude.

10) Prostory a personální obsazení: Je důležité dodržovat prostorové vybavení, oddělení nepřepřehňovat, nesnižovat stavy pracovníků proti normám, které jsou uvedeny v příslušných předpisech.

11) Sanace prostor: 2x denně se myjí podlahy, plochy nábytku a přístrojů. Nesmí se zapomínat na pravidelné větrání. Důležitá je klimatizace.

12) Návštěvy: Otázka návštěv je individuální, je možno povolit volný režim návštěv, ale je třeba vyžadovat, aby si rodiče před manipulací s dítětem dobře umyli ruce. Vhodné je používání přezůvek či návleků a empírů.

13) Při vzniku infekcí je nutné jedince a kontakty izolovat, při výskytu rezistentních kmenů pokoj řádně označit.

14) Bakteriologické monitorování prostředí je vhodné a má být systematické, pro personál neočekávané. Týká se rukou, ventilátorů, odpadů, infuzních roztoků, stravy apod.

15) Velmi důležitým článkem v prevenci NI je režim atb, který nepodporuje selekční tlak.

Prevenci vzniku IKŘ u novorozenců a opatření týkající se zavádění a ošetřování cévních katetrů popisuje Příloha č.2.

## Závěr

Nozokomiální infekce vznikají v souvislosti s pobytem ve zdravotnických zařízeních, především během invazivních diagnostických a terapeutických výkonů. Novorozenci s nezralým imunitním systémem jsou snadným terčem pro mikroorganismy, podmíněné patogeny nevyjímaje. Zdrojem infekcí jsou pacienti, personál a návštěvy. Významný podíl na šíření mají rezervoáry infekce; inkubátory, postýlky, fonendoskopy a veškeré pomůcky, vlhké povrchy, prádlo, obuv.

Mezi rizikové faktory, které usnadňují vznik NI u novorozenců, patří nízká porodní hmotnost, gestační věk, přítomnost centrálního žilního katetru (CŽK), úplná parenterální výživa, délka pobytu, mechanická ventilace, počet chirurgických výkonů, a kolonizace kůže a gastrointestinálního traktu novorozence.

Typy NI s nejčastějším zastoupením mezi novorozenci jsou infekce krevního řečiště (IKŘ), infekce dýchacích cest (hlavně VAP), infekce močových cest a další.

Nejdůležitějšími patogeny jsou grampozitivní koky (*S.aureus*), stoupá význam koaguláza-negativních stafylokoků (*S.epidermidis* a *S.saprophyticus*), především jejich multirezistentních kmenů. Druhou významnou skupinou jsou gramnegativní tyče, čeled' Enterobacteriaceae - *E.coli*, *Serratia* spp. a *Klebsiella* spp, jako původci závažných novorozeneckých sepsí a infekcí dýchacích cest. Na invazivních infekcích se podílí též *Candida* spp. Sledování změn v epidemiologii nozokomiálních nálezů se pozitivně promítá v úspěšnosti empirické antimikrobiální terapie.

Významnost epidemií závisí na počtu postižených novorozenců, podílu neobvyklých nebo multirezistentních

patogenů, nečekaných zdrojů a rezervoárů, a v neposlední řadě na závažnosti onemocnění.

NI novorozenců signifikantně zvyšují perinatální morbiditu a mortalitu, jsou příčinou vysokých nákladů na nemocniční péči. Proto není pochyb, že je třeba se s nimi zaobírat a věnovat značnou pozornost jejich kontrole. Protiepidemická opatření, účast v systému kontroly NI, pravidelné proškolení personálu a motivace pracovníků, úzkostlivé dodržování hygieny, uvážlivé používání širokospektrých antibiotik, správná diagnostika novorozeneckých sepsí, neustálé zlepšování techniky zavádění a péče o CŽK (specializované týmy sester), to vše může pomoci zamezit vzniku NI.

Navíc je prevalence NI a systém jejich kontroly dobrým ukazatelem kvality poskytované zdravotní péče.

## Souhrn

Nozokomiální infekce vznikají během pobytu ve zdravotnických zařízeních ve spojitosti s lékařskou a ošetrovatelskou péčí. Rozhodující je místo přenosu, nikoliv místo, kde je nákaza zjišťována. Zdrojem nákazy jsou pacienti, personál a návštěvy. Novorozenci s nezralým imunitním systémem, jež jsou často podrobena velkému množství invazivních výkonů, jsou snadným terčem nozokomiálních nákaz.

Hlavními rizikovými faktory novorozeneckých NI jsou nízká porodní hmotnost (VLBW), přítomnost centrálního žilního katetru (CŽK) a totální parenterální výživa.

Mezi původci roste význam gramnegativních tyčů a koaguláza-negativních stafylokoků, problémový je výskyt multirezistentních kmenů.

Nejčastějšími typy NI u novorozenců hospitalizovaných na NICU jsou infekce krevního řečiště a pneumonie. Ke snížení jejich prevalence vede účast v systému kontroly NI (surveillance), systematické doškolení personálu, důsledné dodržování mytí a dezinfekce rukou, specializované týmy sester, vyškolené v péči o centrální a periferní žilní katetry, a další protiepidemická opatření.

NI u novorozenců zvyšují významně nejen perinatální morbiditu a mortalitu, ale také náklady na zdravotní péči.

Jejich výskyt a systém jejich sledování je ukazatelem kvality péče.

## Summary

Healthcare-associated infections concern those infections that are acquired during stay in hospital settings, connected with medical and nursing care. Newborns with immature immune system are very easy target of these infections. Sources of nosocomial infection are patients, staff and family members.

Risk factors at newborns admitted to NICU are low birth weight (VLBW), presence of central venous catheter and total parenteral nutrition. The distribution by site shows high occurrence of bloodstream infections and pneumonias, especially ventilator-associated pneumonia.

Among pathogens, the importance of Gramnegative rods and coagulase-negative staphylococci rised during last decade.

To decrease HAIs (hospital-acquired infections) in number, a comprehensive group of measures has to be followed like a participation in System of Surveillance of HAIs, education of hospital staff , improvement of hand cleansing, reduction of microbial contamination of patient care space and improvement of technique related to intravenous line insertion and maintainance.

Nosocomial infections are a frequent and important cause of perinatal morbidity and mortality as well as they increase the hospital care costs.

Surveillance of NIs is an essential part of quality patient care.



## Seznam použité literatury

- 1 PODSTATOVÁ, H. *Hygiena provozu zdravotnických zařízení a nová legislativa*, vydavatelství EPAVA, 2002 str.29-61
- 2 ZINGG Walter et al. Healthcare-associated infections in neonates, *Current opinion in infectious diseases*,2008, vol.21, p.228-234
- 3 SCHWAB F. et al. Reducing neonatal nosocomial bloodstream infections through participation in a national surveillance system, *Journal of Hospital Infection*, 2007, vol.65, p.319-325
- 4 PERLMAN SE et al. Risk factors for late-onset healthcare-associated bloodstream infections in patients in neonatal intensive care units, *American Journal of Infection Control*, 2007, vol.35, p.177-182
- 5 HOLMES A. et al. Risk factors and recommendations for rate stratification for surveillance of neonatal healthcare-associated bloodstream infection, *Journal of Hospital Infection*, 2008, vol. 68, p.66-72
- 6 GRAHAM PL. et al. The gastrointestinal tract serves as the reservoir for Gram-negative pathogens in very low birth weight infants, *Pediatric and Infection Diseases*, 2007, vol. 26, p.1153-1156
- 7 FOGLIA E. et al. Ventilator-associated pneumonia in neonatal and intensive care unit patients, *Clinical Microbiological Revue*, 2007, vol.20, p.409-425
- 8 SASTRE JB et al. Urinary tract infection in the newborn, *Pediatric Nephrology* , 2007, vol.22, p.1735-1741
- 9 NAMBIAR Sumathi a SINGH Nalini, Change in epidemiology of healthcare-associated infections in a neonatal intensive care unit, *The Pediatric Infectious Disease Journal*, 2002, vol.21, no.9, p.839-842

- 10 BIZZARRO MJ et al. Seventy-five years of neonatal sepsis at Yale. 1928-2003, *Peditrics*, 2005, vol.116, p.595-602
- 11 ZAOUTIS T. et al. Outcomes attributable to neonatal candidosis, *Clinical Infectious Diseases*, 2007, vol. 44, p.1187-1193
- 12 SOHN A. et al. Prevalence of nosocomial infections in neonatal intensive care unit patients: Results from the first national point-prevalence survey, *The Journal of Pediatrics*, 2001, vol.139, p.821-827
- 13 SCHELONKA RL. et al. Sustained reductions in neonatal nosocomial infection rates following a comprehensive infection control intervention, *Journal of Perinatology*, 2006, no.26, p.176-179
- 14 VELEMÍNSKÝ M., HANZL M. *Infekce plodu a novorozence*, Neonatologický edukační program, Novorozenecké oddělení České Budějovice, 1996, str.107-116
- 15 GERBER SI et al. Management of outbreaks of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* infection in neonatal intensive care unit, *Infection Control and Hospital Epidemiology*, 2006, vol.27, p.139-145
- 16 CHAN P., HUANG LM., LIN HC. Et al. Kontrol of an outbreak of pandrug-resistant *Acinetobacter baumannii* colonization and infection in neonatal intensive care unit, *Infection Control and Hospital Epidemiology*, 2007, vol.28, p.423-429
- 17 ŠRÁMOVÁ H. a kol. *Nozokomiální nákazy II*, vydavatelství Maxdorf-Jesenius, Praha, 2001, str.23-47
- BEDNÁŘ M. a kol. *Lékařská mikrobiologie*, vydavatelství Marvil, 1996
- DOSTÁL V. a kol. *Infektologie*, nakladatelství Karolinum, Praha, 2005

PODSTATOVÁ R., MAĎAR R., *Protiepidemická opatření při výskytu gramnegativních tyčinek v nemocničním prostředí*, , vydavatelství Dumas, Banská Bystrica, 2005

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION: Guidelines for the Prevention of Intravascular Catheter-Related Infections { on-line], August 9, 2002, [cit. 15.8.2009] Dostupnost z : <http://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/rr5110a1.htm>

## **Seznam tabulek**

<b>Tab. č. 1 Klinické projevy a základní laboratorní nálezy při novorozenecké sepsi</b>	<b>18</b>
<b>Tab č. 2 Rozložení NI ( různé klinické obrazy) u novorozenců v závislosti na porodní hmotnosti</b>	<b>23</b>
<b>Tab.č. 3 Rozložení patogenů způsob. Novotou. NI</b>	<b>24</b>
<b>Tab.č. 4 Distribuce patogenů</b>	<b>26</b>
<b>Tab.č. 5 Distribuce patogenů</b>	<b>28</b>
<b>Tab.č. 6 Složky protiepidemického režimu</b>	<b>34</b>

## **Seznam příloh**

**Příloha č. 1: Typizace kmenů E.coli z novorozeneckého oddělení**

**Příloha č. 2: Guidelines for the Prevention of Intravascular Catheter-Related Infections**

**Příloha č. 3: Epidemiologická situace na pracovišti JIP novorozeneckého oddělení za rok 2003**

**Příloha č. 4: Incidence nozokomiálních infekcí, incidenční hustota**

**Příloha č. 5: Počet nozokomiálních infekcí, vývoj**

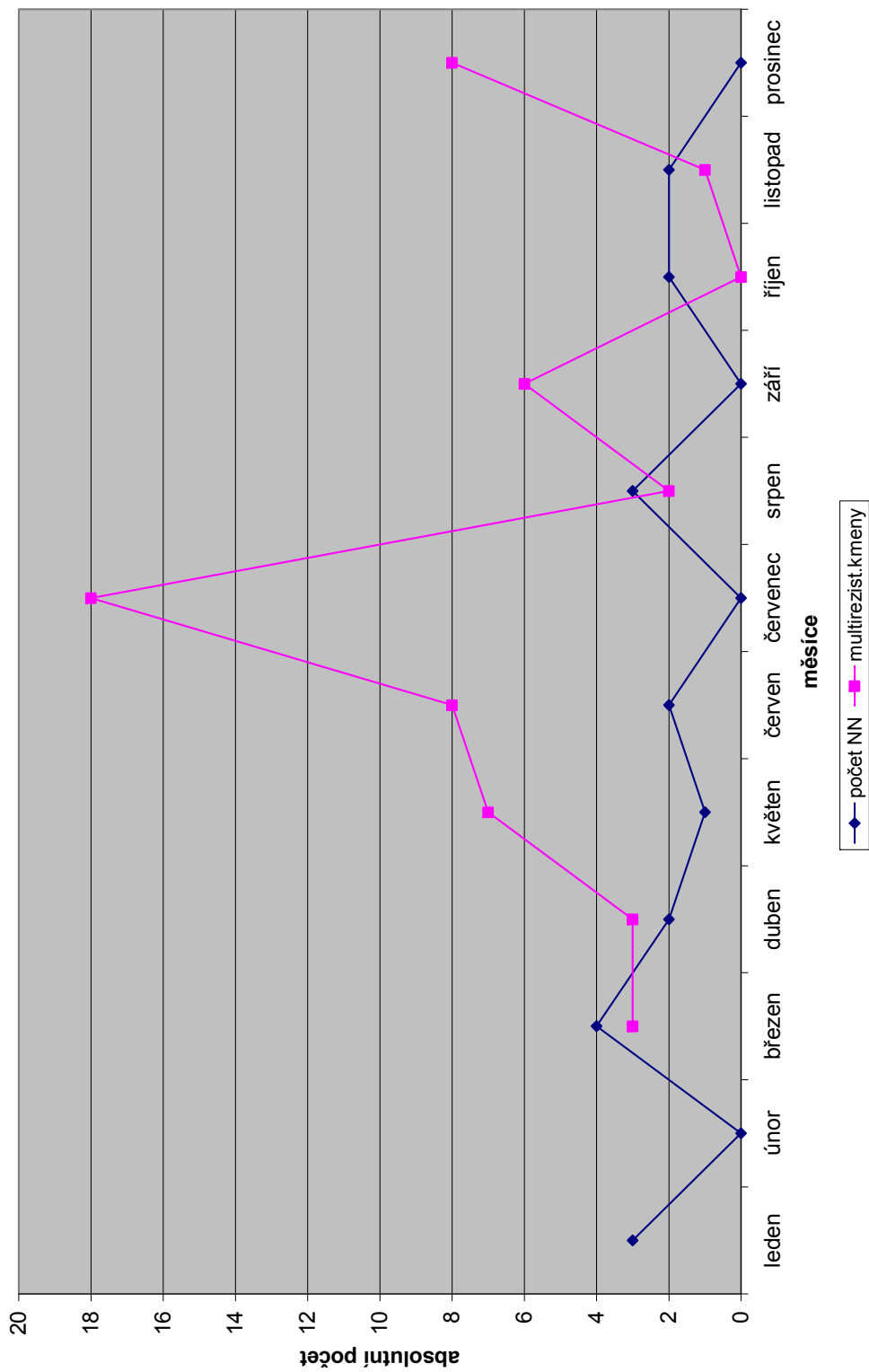
# Přílohy

## Příloha č. 1: Typizace kmenů E.coli z novorozeneckého oddělení

Poř. č.	Zasláno do SZÚ	Datum narození	Pohlaví	Dítě, matka, personál, prostředí	Materiál	Datum odběru	Identifikace
1	6.3.2008	9.2.2008	Ž	dítě	tlusté střevo	20.2.2008	E.coli 06 s produkcí alfa-hemolýziny
2	6.3.2008	9.2.2008	Ž	dítě	trachea	20.2.2008	E.coli 06 s produkcí alfa-hemolýziny
3	13.3.2008	4.3.2008	M	dítě	trachea	10.3.2008	E.coli 06 s produkcí alfa-hemolýziny
4	13.3.2008	4.3.2008	M	dítě	tenké střevo	10.3.2008	E.coli 06 s produkcí alfa-hemolýziny
5	13.3.2008	26.2.2008	M	dítě	rektální výtěr	12.3.2008	E.coli 06 s produkcí alfa-hemolýziny
6	13.3.2008	27.2.2008	M	dítě	rektální výtěr	12.3.2008	E.coli 06 s produkcí alfa-hemolýziny
7	13.3.2008	13.12.2007	Ž	dítě	rektální výtěr	12.3.2008	E.coli 044
8	13.3.2008	17.2.2008	Ž	dítě	spojivkový vak	11.3.2008	E.coli 06 s produkcí alfa-hemolýziny
9	13.3.2008	25.2.2008	Ž	dítě	sputum	11.3.2008	E.coli 06 s produkcí alfa-hemolýziny
10	13.3.2008	27.1.2008	M	dítě	uretra	11.3.2008	E.coli 06 s produkcí alfa-hemolýziny
11	14.3.2008	17.11.1976	Ž	personál (uklízečka)	rektální výtěr	13.3.2008	Enterobacter cloacae
12	18.3.2008	10.3.2008	Ž	dítě	rektální výtěr	15.3.2008	E.coli 06 s produkcí alfa-hemolýziny
13	18.3.2008	17.2.2008	M	dítě	perineum	15.3.2008	E.coli 06 s produkcí alfa-hemolýziny
14	18.3.2008	5.3.2008	M	dítě	rektální výtěr	15.3.2008	E.coli 06 s produkcí alfa-hemolýziny
15	18.3.2008	11.3.2008	M	dítě	rektální výtěr	15.3.2008	E.coli 06 s produkcí alfa-hemolýziny
16	18.3.2008	4.5.1970	M	personál	rektální výtěr	15.3.2008	E.coli 06 s produkcí alfa-hemolýziny
17	18.3.2008	19.7.1974	Ž	personál	rektální výtěr	15.3.2008	E.coli 06 s produkcí alfa-hemolýziny
18	18.3.2008	23.8.1957	Ž	personál	perineum	15.3.2008	E.coli, netypovatelný sérotyp
19	19.3.2008	25.9.1977	Ž	personál	rektální výtěr	18.3.2008	E.coli 06 s produkcí alfa-hemolýziny
20	19.3.2008	17.3.1979	Ž	personál	perineum	18.3.2008	E.coli 06 s produkcí alfa-hemolýziny
21	19.3.2008	10.3.2008	Ž	dítě	perineum	18.3.2008	E.coli 06 s produkcí alfa-hemolýziny
22	21.3.2008	-	-	Prostředí (šváb)	Brouk-šváb	18.3.2008	E.coli 06 s produkcí alfa-hemolýziny
23	21.3.2008	29.5.1982	Ž	personál	rektální výtěr	19.3.2008	E.coli 06 s produkcí alfa-hemolýziny
24	21.3.2008	4.5.1978	Ž	personál	rektální výtěr	19.3.2008	E.coli 06 s produkcí alfa-hemolýziny

**Příloha č.2:**

**Epidemiologická situace na pracovišti JIRP novorozeneckého oddělení za rok 2003**



## Příloha č.3:

# Guidelines for the Prevention of Intravascular Catheter-Related Infections

Prepared by

Naomi P. O'Grady, M.D.<sup>1</sup>

Mary Alexander<sup>2</sup>

E. Patchen Dellinger, M.D.<sup>3</sup>

Julie L. Gerberding, M.D., M.P.H.<sup>4</sup>

Stephen O. Heard, M.D.<sup>5</sup>

Dennis G. Maki, M.D.<sup>6</sup>

Henry Masur, M.D.<sup>1</sup>

Rita D. McCormick, M.D.<sup>7</sup>

Leonard A. Mermel, D.O.<sup>8</sup>

Michele L. Pearson, M.D.<sup>9</sup>

Issam I. Raad, M.D.<sup>10</sup>

Adrienne Randolph, M.D., M.Sc.<sup>11</sup>

Robert A. Weinstein, M.D.<sup>12</sup>

<sup>1</sup>*National Institutes of Health, Bethesda, Maryland*

<sup>2</sup>*Infusion Nurses Society, Cambridge, Massachusetts*

<sup>3</sup>*University of Washington, Seattle, Washington*

<sup>4</sup>*Office of the Director, CDC, Atlanta, Georgia*

<sup>5</sup>*University of Massachusetts Medical School, Worcester, Massachusetts*

<sup>6</sup>*University of Wisconsin Medical School, Madison, Wisconsin*

<sup>7</sup>*University of Wisconsin Hospital and Clinics, Madison, Wisconsin*

<sup>8</sup>*Rhode Island Hospital and Brown University School of Medicine, Providence, Rhode Island*

<sup>9</sup>*Division of Healthcare Quality Promotion, National Center for Infectious Diseases, CDC, Atlanta, Georgia*

<sup>10</sup>*MD Anderson Cancer Center, Houston, Texas*

<sup>11</sup>*The Children's Hospital, Boston, Massachusetts*

<sup>12</sup>*Cook County Hospital and Rush Medical College, Chicago, Illinois*

The material in this report was prepared for publication by the National Center for Infectious Diseases, James M. Hughes, M.D., Director; Division of Healthcare Quality Promotion, Steven L. Solomon, M.D., Acting Director.

## Summary

*These guidelines have been developed for practitioners who insert catheters and for persons responsible for surveillance and control of infections in hospital, outpatient, and home health-care settings. This report was prepared by a working group comprising members from professional organizations representing the disciplines of critical care medicine, infectious diseases, health-care infection control, surgery, anesthesiology, interventional radiology, pulmonary medicine, pediatric medicine, and nursing. The working group was led by the Society of Critical Care Medicine (SCCM), in collaboration with the Infectious Disease Society of America (IDSA), Society for Healthcare Epidemiology of America*



(SHEA), Surgical Infection Society (SIS), American College of Chest Physicians (ACCP), American Thoracic Society (ATS), American Society of Critical Care Anesthesiologists (ASCCA), Association for Professionals in Infection Control and Epidemiology (APIC), Infusion Nurses Society (INS), Oncology Nursing Society (ONS), Society of Cardiovascular and Interventional Radiology (SCVIR), American Academy of Pediatrics (AAP), and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC) of the Centers for Disease Control and Prevention (CDC) and is intended to replace the *Guideline for Prevention of Intravascular Device-Related Infections* published in 1996. These guidelines are intended to provide evidence-based recommendations for preventing catheter-related infections. Major areas of emphasis include 1) educating and training health-care providers who insert and maintain catheters; 2) using maximal sterile barrier precautions during central venous catheter insertion; 3) using a 2% chlorhexidine preparation for skin antisepsis; 4) avoiding routine replacement of central venous catheters as a strategy to prevent infection; and 5) using antiseptic/antibiotic impregnated short-term central venous catheters if the rate of infection is high despite adherence to other strategies (i.e., education and training, maximal sterile barrier precautions, and 2% chlorhexidine for skin antisepsis). These guidelines also identify performance indicators that can be used locally by health-care institutions or organizations to monitor their success in implementing these evidence-based recommendations.

## Introduction

This report provides health-care practitioners with background information and specific recommendations to reduce the incidence of intravascular catheter-related bloodstream infections (CRBSI). These guidelines replace the *Guideline for Prevention of Intravascular Device-Related Infections*, which was published in 1996 (1).

The *Guidelines for the Prevention of Intravascular Catheter-Related Infections* have been developed for practitioners who insert catheters and for persons who are responsible for surveillance and control of infections in hospital, outpatient, and home health-care settings. This report was prepared by a working group composed of professionals representing the disciplines of critical care medicine, infectious diseases, health-care infection control, surgery, anesthesiology, interventional radiology, pulmonary medicine, pediatrics, and nursing. The working group was led by the Society of Critical Care Medicine (SCCM), in collaboration with Infectious Disease Society of America (IDSA), Society for Healthcare Epidemiology of America (SHEA), Surgical Infection Society (SIS), American College of Chest Physicians (ACCP), American Thoracic Society (ATS), American Society of Critical Care Anesthesiologists (ASCCA), Association for Professionals in Infection Control and Epidemiology (APIC), Infusion Nurses Society (INS), Oncology Nursing Society (ONS), Society of Cardiovascular and Interventional Radiology (SCVIR), American Academy of Pediatrics (AAP), and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC) of the Centers for Disease Control and Prevention (CDC).

The recommendations presented in this report reflect consensus of HICPAC and other professional organizations.

## **Intravascular Catheter-Related Infections in Adult and Pediatric Patients: An Overview**

### **Background**

Intravascular catheters are indispensable in modern-day medical practice, particularly in intensive care units (ICUs). Although such catheters provide necessary vascular access, their use puts patients at risk for local and systemic infectious complications, including local site infection, CRBSI, septic thrombophlebitis, endocarditis, and other metastatic infections (e.g., lung abscess, brain abscess, osteomyelitis, and endophthalmitis).

Health-care institutions purchase millions of intravascular catheters each year. The incidence of CRBSI varies considerably by type of catheter, frequency of catheter manipulation, and patient-related factors (e.g., underlying disease and acuity of illness). Peripheral venous catheters are the devices most frequently used for vascular access. Although the incidence of local or bloodstream infections (BSIs) associated with peripheral venous catheters is usually low, serious infectious complications produce considerable annual morbidity because of the frequency with which such catheters are used. However, the majority of serious catheter-related infections are associated with central venous catheters (CVCs), especially those that are placed in patients in ICUs. In the ICU setting, the incidence of infection is often higher than in the less acute in-patient or ambulatory setting. In the ICU, central venous access might be needed for extended periods of time; patients can be colonized with hospital-acquired organisms; and the catheter can be manipulated multiple times per day for the administration of fluids, drugs, and blood products. Moreover, some catheters can be inserted in urgent situations, during which optimal attention to aseptic technique might not be feasible. Certain catheters (e.g., pulmonary artery catheters and peripheral arterial catheters) can be accessed multiple times per day for hemodynamic measurements or to obtain samples for laboratory analysis, augmenting the potential for contamination and subsequent clinical infection.

The magnitude of the potential for CVCs to cause morbidity and mortality resulting from infectious complications has been estimated in several studies (2). In the United States, 15 million CVC days (i.e., the total number of days of exposure to CVCs by all patients in the selected population during the selected time period) occur in ICUs each year (2). If the average rate of CVC-associated BSIs is 5.3 per 1,000 catheter days in the ICU (3), approximately 80,000 CVC-associated BSIs occur in ICUs each year in the United States. The attributable mortality for these BSIs has ranged from no increase in mortality in studies that controlled for severity of illness (4--6), to 35% increase in mortality in prospective studies that did not use this control (7,8). Thus, the attributable mortality remains unclear. The attributable cost per infection is an estimated

\$34,508--\$56,000 (5,9), and the annual cost of caring for patients with CVC-associated BSIs ranges from \$296 million to \$2.3 billion (10).

A total of 250,000 cases of CVC-associated BSIs have been estimated to occur annually if entire hospitals are assessed rather than ICUs exclusively (11). In this case, attributable mortality is an estimated 12%--25% for each infection, and the marginal cost to the health-care system is \$25,000 per episode (11).

Therefore, by several analyses, the cost of CVC-associated BSI is substantial, both in terms of morbidity and in terms of financial resources expended. To improve patient outcome and reduce health-care costs, strategies should be implemented to reduce the incidence of these infections. This effort should be multidisciplinary, involving health-care professionals who insert and maintain intravascular catheters, health-care managers who allocate resources, and patients who are capable of assisting in the care of their catheters. Although several individual strategies have been studied and shown to be effective in reducing CRBSI, studies using multiple strategies have not been conducted. Thus, it is not known whether implementing multiple strategies will have an additive effect in reducing CRBSI, but it is logical to use multiple strategies concomitantly.

## **Terminology and Estimates of Risk**

The terminology used to identify different types of catheters is confusing, because many clinicians and researchers use different aspects of the catheter for informal reference. A catheter can be designated by the type of vessel it occupies (e.g., peripheral venous, central venous, or arterial); its intended life span (e.g., temporary or short-term versus permanent or long-term); its site of insertion (e.g., subclavian, femoral, internal jugular, peripheral, and peripherally inserted central catheter [PICC]); its pathway from skin to vessel (e.g., tunneled versus nontunneled); its physical length (e.g., long versus short); or some special characteristic of the catheter (e.g., presence or absence of a cuff, impregnation with heparin, antibiotics or antiseptics, and the number of lumens). To accurately define a specific type of catheter, all of these aspects should be described ([Table 1](#)).

The rate of all catheter-related infections (including local infections and systemic infections) is difficult to determine. Although CRBSI is an ideal parameter because it represents the most serious form of catheter-related infection, the rate of such infection depends on how CRBSI is defined.

Health-care professionals should recognize the difference between surveillance definitions and clinical definitions. The surveillance definitions for catheter-associated BSI includes all BSIs that occur in patients with CVCs, when other sites of infection have been excluded (Appendix A). That is, the surveillance definition overestimates the true incidence of CRBSI because not all BSIs originate from a catheter. Some bacteremias are secondary BSIs from undocumented sources (e.g., postoperative surgical sites, intra-abdominal infections, and hospital-associated pneumonia or urinary tract infections). Thus,

surveillance definitions are really definitions for catheter-associated BSIs. A more rigorous definition might include only those BSIs for which other sources were excluded by careful examination of the patient record, and where a culture of the catheter tip demonstrated substantial colonies of an organism identical to those found in the bloodstream. Such a clinical definition would focus on catheter-related BSIs. Therefore, to accurately compare a health-care facility's infection rate to published data, comparable definitions also should be used.

CDC and the Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations (JCAHO) recommend that the rate of catheter-associated BSIs be expressed as the number of catheter associated BSIs per 1,000 CVC days (12,13). This parameter is more useful than the rate expressed as the number of catheter-associated infections per 100 catheters (or percentage of catheters studied), because it accounts for BSIs over time and therefore adjusts risk for the number of days the catheter is in use.

## Epidemiology and Microbiology

Since 1970, CDC's National Nosocomial Infection Surveillance System (NNIS) has been collecting data on the incidence and etiologies of hospital-acquired infections, including CVC-associated BSIs in a group of nearly 300 U.S. hospitals. The majority of hospital-acquired BSIs are associated with the use of a CVC, with BSI rates being substantially higher among patients with CVCs than among those without CVCs. Rates of CVC-associated BSI vary considerably by hospital size, hospital service/unit, and type of CVC. During 1992--2001, NNIS hospitals reported ICU rates of CVC-associated BSI ranging from 2.9 (in a cardiothoracic ICU) to 11.3 (in a neonatal nursery for infants weighing <1,000 g) BSIs per 1,000 CVC days (Table 2) (14).

The relative risk of catheter-associated BSI also has been assessed in a meta-analysis of 223 prospective studies of adult patients (11). Relative risk of infection was best determined by analyzing rates of infection both by BSIs per 100 catheters and BSIs per 1,000 catheter days. These rates, and the NNIS-derived data, can be used as benchmarks by individual hospitals to estimate how their rates compare with other institutions. Rates are influenced by patient-related parameters, such as severity of illness and type of illness (e.g., third-degree burns versus postcardiac surgery), and by catheter-related parameters, such as the condition under which the catheter was placed (e.g., elective versus urgent) and catheter type (e.g., tunneled versus nontunneled or subclavian versus jugular).

Types of organisms that most commonly cause hospital-acquired BSIs change over time. During 1986--1989, coagulase-negative staphylococci, followed by *Staphylococcus aureus*, were the most frequently reported causes of BSIs, accounting for 27% and 16% of BSIs, respectively (Table 3) (15). Pooled data from 1992 through 1999 indicate that coagulase-negative staphylococci, followed by enterococci, are now the most frequently isolated causes of hospital-acquired BSIs (12). Coagulase-negative staphylococci account for 37% (12) and *S. aureus* account for 12.6% of reported hospital-acquired BSIs (12). Also notable was the

susceptibility pattern of *S. aureus* isolates. In 1999, for the first time since NNIS has been reporting susceptibilities, >50% of all *S. aureus* isolates from ICUs were resistant to oxacillin (12).

In 1999, enterococci accounted for 13.5% of BSIs, an increase from 8% reported to NNIS during 1986--1989. The percentage of enterococcal ICU isolates resistant to vancomycin also is increasing, escalating from 0.5% in 1989 to 25.9% in 1999 (12).

*Candida* spp. caused 8% of hospital-acquired BSIs reported to NNIS during 1986--1989 (15,16), and during 1992--1999 (12,17,18). Resistance of *Candida* spp. to commonly used antifungal agents is increasing. Although NNIS has not reported the percentage of BSIs caused by nonalbicans species or fluconazole susceptibility data, other epidemiologic and clinical data document that fluconazole resistance is an increasingly relevant consideration when designing empiric therapeutic regimens for CRBSIs caused by yeast. Data from the Surveillance and Control of Pathogens of Epidemiologic Importance (SCOPE) Program documented that 10% of *C. albicans* bloodstream isolates from hospitalized patients were resistant to fluconazole (17). Additionally, 48% of *Candida* BSIs were caused by nonalbicans species, including *C. glabrata* and *C. krusei*, which are more likely than *C. albicans* to demonstrate resistance to fluconazole and itraconazole (18,19).

Gram-negative bacilli accounted for 19% of catheter-associated BSIs during 1986--1989 (15) compared with 14% of catheter-associated BSIs during 1992--1999 (12). An increasing percentage of ICU-related isolates are caused by *Enterobacteriaceae* that produce extended-spectrum  $\beta$ -lactamases (ESBLs), particularly *Klebsiella pneumoniae* (20). Such organisms not only are resistant to extended-spectrum cephalosporins, but also to frequently used, broad spectrum antimicrobial agents.

## Pathogenesis

Migration of skin organisms at the insertion site into the cutaneous catheter tract with colonization of the catheter tip is the most common route of infection for peripherally inserted, short-term catheters (21,22). Contamination of the catheter hub contributes substantially to intraluminal colonization of long-term catheters (23--25). Occasionally, catheters might become hematogenously seeded from another focus of infection. Rarely, infusate contamination leads to CRBSI (26).

Important pathogenic determinants of catheter-related infection are 1) the material of which the device is made and 2) the intrinsic virulence factors of the infecting organism. In vitro studies demonstrate that catheters made of polyvinyl chloride or polyethylene are likely less resistant to the adherence of microorganisms than are catheters made of Teflon<sup>®</sup>, silicone elastomer, or polyurethane (27,28). Therefore, the majority of catheters sold in the United States are no longer made of polyvinyl chloride or polyethylene. Some catheter materials also have surface irregularities that enhance the microbial adherence of certain species (e.g., coagulase-negative staphylococci, *Acinetobacter calcoaceticus*, and *Pseudomonas*

*aeruginosa*) (29--31); catheters made of these materials are especially vulnerable to microbial colonization and subsequent infection. Additionally, certain catheter materials are more thrombogenic than others, a characteristic that also might predispose to catheter colonization and catheter-related infection (31,32). This association has led to emphasis on preventing catheter-related thrombus as an additional mechanism for reducing CRBSI.

The adherence properties of a given microorganism also are important in the pathogenesis of catheter-related infection. For example, *S. aureus* can adhere to host proteins (e.g., fibronectin) commonly present on catheters (33,34). Also, coagulase-negative staphylococci adhere to polymer surfaces more readily than do other pathogens (e.g., *Escherichia coli* or *S. aureus*). Additionally, certain strains of coagulase-negative staphylococci produce an extracellular polysaccharide often referred to as "slime" (35,36). In the presence of catheters, this slime potentiates the pathogenicity of coagulase-negative staphylococci by allowing them to withstand host defense mechanisms (e.g., acting as a barrier to engulfment and killing by polymorphonuclear leukocytes) or by making them less susceptible to antimicrobial agents (e.g., forming a matrix that binds antimicrobials before their contact with the organism cell wall) (37). Certain *Candida* spp., in the presence of glucose-containing fluids, might produce slime similar to that of their bacterial counterparts, potentially explaining the increased proportion of BSIs caused by fungal pathogens among patients receiving parenteral nutrition fluids (38).

## **Strategies for Prevention of Catheter-Related Infections in Adult and Pediatric Patients**

### **Quality Assurance and Continuing Education**

Measures to minimize the risk for infection associated with intravascular therapy should strike a balance between patient safety and cost effectiveness. As knowledge, technology, and health-care settings change, infection control and prevention measures also should change. Well-organized programs that enable health-care providers to provide, monitor, and evaluate care and to become educated are critical to the success of this effort. Reports spanning the past two decades have consistently demonstrated that risk for infection declines following standardization of aseptic care (39--43), and that insertion and maintenance of intravascular catheters by inexperienced staff might increase the risk for catheter colonization and CRBSI (43,44). Specialized "IV teams" have shown unequivocal effectiveness in reducing the incidence of catheter-related infections and associated complications and costs (45--47). Additionally, infection risk increases with nursing staff reductions below a critical level (48).

### **Site of Catheter Insertion**

The site at which a catheter is placed influences the subsequent risk for catheter-related infection and phlebitis. The influence of site on the risk for catheter infections is related in part to the risk for thrombophlebitis and density of local skin flora.



Phlebitis has long been recognized as a risk for infection. For adults, lower extremity insertion sites are associated with a higher risk for infection than are upper extremity sites (49--51). In addition, hand veins have a lower risk for phlebitis than do veins on the wrist or upper arm (52).

The density of skin flora at the catheter insertion site is a major risk factor for CRBSI. Authorities recommend that CVCs be placed in a subclavian site instead of a jugular or femoral site to reduce the risk for infection. No randomized trial satisfactorily has compared infection rates for catheters placed in jugular, subclavian, and femoral sites. Catheters inserted into an internal jugular vein have been associated with higher risk for infection than those inserted into a subclavian or femoral vein (22,53,54).

Femoral catheters have been demonstrated to have relatively high colonization rates when used in adults (55). Femoral catheters should be avoided, when possible, because they are associated with a higher risk for deep venous thrombosis than are internal jugular or subclavian catheters (56--60) and because of a presumption that such catheters are more likely to become infected. However, studies in pediatric patients have demonstrated that femoral catheters have a low incidence of mechanical complications and might have an equivalent infection rate to that of nonfemoral catheters (61--63). Thus, in adult patients, a subclavian site is preferred for infection control purposes, although other factors (e.g., the potential for mechanical complications, risk for subclavian vein stenosis, and catheter-operator skill) should be considered when deciding where to place the catheter. In a meta-analysis of eight studies, the use of bedside ultrasound for the placement of CVCs substantially reduced mechanical complications compared with the standard landmark placement technique (relative risk [RR] = 0.22; 95% confidence interval [CI] = 0.10--0.45) (64). Consideration of comfort, security, and maintenance of asepsis as well as patient-specific factors (e.g., preexisting catheters, anatomic deformity, and bleeding diathesis), relative risk of mechanical complications (e.g., bleeding and pneumothorax), the availability of bedside ultrasound, and the risk for infection should guide site selection.

## **Type of Catheter Material**

Teflon<sup>®</sup> or polyurethane catheters have been associated with fewer infectious complications than catheters made of polyvinyl chloride or polyethylene (27,65,66). Steel needles used as an alternative to catheters for peripheral venous access have the same rate of infectious complications as do Teflon<sup>®</sup> catheters (67,68). However, the use of steel needles frequently is complicated by infiltration of intravenous (IV) fluids into the subcutaneous tissues, a potentially serious complication if the infused fluid is a vesicant (68).

## **Hand Hygiene and Aseptic Technique**

For short peripheral catheters, good hand hygiene before catheter insertion or maintenance, combined with proper aseptic technique during catheter manipulation, provides protection against infection. Good hand hygiene can be

achieved through the use of either a waterless, alcohol-based product (69) or an antibacterial soap and water with adequate rinsing (70). Appropriate aseptic technique does not necessarily require sterile gloves; a new pair of disposable nonsterile gloves can be used in conjunction with a "no-touch" technique for the insertion of peripheral venous catheters. However, gloves are required by the Occupational Safety and Health Administration as standard precautions for the prevention of bloodborne pathogen exposure.

Compared with peripheral venous catheters, CVCs carry a substantially greater risk for infection; therefore, the level of barrier precautions needed to prevent infection during insertion of CVCs should be more stringent. Maximal sterile barrier precautions (e.g., cap, mask, sterile gown, sterile gloves, and large sterile drape) during the insertion of CVCs substantially reduces the incidence of CRBSI compared with standard precautions (e.g., sterile gloves and small drapes) (22,71). Although the efficacy of such precautions for insertion of PICCs and midline catheters has not been studied, the use of maximal barrier precautions also is probably applicable to PICCs.

### **Skin Antisepsis**

In the United States, povidone iodine has been the most widely used antiseptic for cleansing arterial catheter and CVC- insertion sites (72). However, in one study, preparation of central venous and arterial sites with a 2% aqueous chlorhexidine gluconate lowered BSI rates compared with site preparation with 10% povidone-iodine or 70% alcohol (73). Commercially available products containing chlorhexidine have not been available until recently; in July 2000, the U.S. Food and Drug Administration (FDA) approved a 2% tincture of chlorhexidine preparation for skin antisepsis. Other preparations of chlorhexidine might not be as effective. Tincture of chlorhexidine gluconate 0.5% is no more effective in preventing CRBSI or CVC colonization than 10% povidone iodine, as demonstrated by a prospective, randomized study of adults (74). However, in a study involving neonates, 0.5% chlorhexidine reduced peripheral IV colonization compared with povidone iodine (20/418 versus 38/408 catheters;  $p = 0.01$ ) (75). This study, which did not include CVCs, had an insufficient number of participants to assess differences in BSI rates. A 1% tincture of chlorhexidine preparation is available in Canada and Australia, but not yet in the United States. No published trials have compared a 1% chlorhexidine preparation to povidone-iodine.

### **Catheter Site Dressing Regimens**

Transparent, semipermeable polyurethane dressings have become a popular means of dressing catheter insertion sites. Transparent dressings reliably secure the device, permit continuous visual inspection of the catheter site, permit patients to bathe and shower without saturating the dressing, and require less frequent changes than do standard gauze and tape dressings; the use of these dressings saves personnel time.



In the largest controlled trial of dressing regimens on peripheral catheters, the infectious morbidity associated with the use of transparent dressings on approximately 2,000 peripheral catheters was examined (65). Data from this study suggest that the rate of colonization among catheters dressed with transparent dressings (5.7%) is comparable to that of those dressed with gauze (4.6%) and that no clinically substantial differences exist in either the incidences of catheter-site colonization or phlebitis. Furthermore, these data suggest that transparent dressings can be safely left on peripheral venous catheters for the duration of catheter insertion without increasing the risk for thrombophlebitis (65).

A meta-analysis has assessed studies that compared the risk for catheter-related BSIs for groups using transparent dressings versus groups using gauze dressing (76). The risk for CRBSIs did not differ between the groups. The choice of dressing can be a matter of preference. If blood is oozing from the catheter insertion site, gauze dressing might be preferred.

In a multi-center study, a chlorhexidine-impregnated sponge (Biopatch™) placed over the site of short-term arterial and CVCs reduced the risk for catheter colonization and CRBSI (77). No adverse systemic effects resulted from use of this device.

## **Catheter Securement Devices**

Sutureless securement devices can be advantageous over suture in preventing catheter-related BSIs. One study, which involved only a limited number of patients and was underpowered, compared a sutureless device with suture for the securement of PICCS; in this study, CRBSI was reduced in the group of patients that received the sutureless device (78).

## **In-Line Filters**

In-line filters reduce the incidence of infusion-related phlebitis (79,80). No data support their efficacy in preventing infections associated with intravascular catheters and infusion systems. Proponents of filters cite several potential benefits to using these filters, including 1) reducing the risk for infection from contaminated infusate or proximal contamination (i.e., introduced proximal to the filter); 2) reducing the risk for phlebitis in patients who require high doses of medication or in those in whom infusion-related phlebitis already has occurred; 3) removing particulate matter that might contaminate IV fluids (81); and 4) filtering endotoxin produced by gram-negative organisms in contaminated infusate (82). These theoretical advantages should be tempered by the knowledge that infusate-related BSI is rare and that filtration of medications or infusates in the pharmacy is a more practical and less costly way to remove the majority of particulates. Furthermore, in-line filters might become blocked, especially with certain solutions (e.g., dextran, lipids, and mannitol), thereby increasing the number of line manipulations and decreasing the availability of administered drugs (83). Thus, for reducing the risk for CRBSI, no strong recommendation can be made in favor of using in-line filters.

## **Antimicrobial/Antiseptic Impregnated Catheters and Cuffs**

Certain catheters and cuffs that are coated or impregnated with antimicrobial or antiseptic agents can decrease the risk for CRBSI and potentially decrease hospital costs associated with treating CRBSIs, despite the additional acquisition cost of an antimicrobial/antiseptic impregnated catheter (84). All of the studies involving antimicrobial/antiseptic impregnated catheters have been conducted using triple-lumen, noncuffed catheters in adult patients whose catheters remained in place <30 days. Although all of the studies have been conducted in adults, these catheters have been approved by FDA for use in patients weighing  $\geq 3$  kg. No antiseptic or antimicrobial impregnated catheters currently are available for use in weighing <3 kg.

**Chlorhexidine/Silver sulfadiazine.** Catheters coated with chlorhexidine/silver sulfadiazine only on the external luminal surface have been studied as a means to reduce CRBSI. Two meta-analyses (2,85) demonstrated that such catheters reduced the risk for CRBSI compared with standard noncoated catheters. The mean duration of catheter placement in one meta-analysis ranged from 5.1 to 11.2 days (86). The half-life of antimicrobial activity against *S. epidermidis* is 3 days in vitro for catheters coated with chlorhexidine/silver sulfadiazine; this antimicrobial activity decreases over time (87). The benefit for the patients who receive these catheters will be realized within the first 14 days (86). A second-generation catheter is now available with chlorhexidine coating both the internal and external luminal surfaces. The external surface has three times the amount of chlorhexidine and extended release of the surface bound antiseptics than that in the first generation catheters. The external surface coating of chlorhexidine is combined with silver-sulfadiazine, and the internal surface is coated with chlorhexidine alone. Preliminary studies indicate that prolonged anti-infective activity provides improved efficacy in preventing infections (88). Although rare, anaphylaxis has been reported with the use of these chlorhexidine/silver sulfadiazine catheters in Japan (89). Whether patients will become colonized or infected with organisms resistant to chlorhexidine/silver sulfadiazine has not been determined (86).

Chlorhexidine/silver sulfadiazine catheters are more expensive than standard catheters. However, one analysis has suggested that the use of chlorhexidine/silver sulfadiazine catheters should lead to a cost savings of \$68 to \$391 per catheter (90) in settings in which the risk for CRBSI is high despite adherence to other preventive strategies (e.g., maximal barrier precautions and aseptic techniques). Use of these catheters might be cost effective in ICU patients, burn patients, neutropenic patients, and other patient populations in which the rate of infection exceeds 3.3 per 1,000 catheter days (86).

**Minocycline/Rifampin.** In a multicenter randomized trial, CVCs impregnated on both the external and internal surfaces with minocycline/rifampin were associated with lower rates of CRBSI when compared with the first-generation chlorhexidine-silver sulfadiazine impregnated catheters (91). The beneficial effect began after day 6 of catheterization. None of the catheters were evaluated beyond 30 days. No minocycline/rifampin-resistant organisms were reported. However, in

vitro data indicate that these impregnated catheters could increase the incidence of minocycline and rifampin resistance among pathogens, especially staphylococci. The half-life of antimicrobial activity against *S. epidermidis* is 25 days with catheters coated with minocycline/rifampin, compared with 3 days for the first-generation catheters coated with chlorhexidine/silver sulfadiazine in vitro (87). In vivo, the duration of antimicrobial activity of the minocycline/rifampin catheter is longer than that of the first-generation chlorhexidine/silver sulfadiazine catheter (91). No comparative studies have been published using the second-generation chlorhexidine/ silver sulfadiazine catheter. Studies are needed to evaluate whether the improved performance of the minocycline/rifampin catheters results from the antimicrobial agents used or from the coating of both the internal and external surfaces. As with chlorhexidine/silver sulfadiazine catheters, some clinicians have recommended that the minocycline/rifampin catheters be considered in patient populations when the rate of CRBSI exceeds 3.3 per 1,000 catheter days (86). Others suggest that reducing all rates of CRBSI should be the goal (92). The decision to use chlorhexidine/silver sulfadiazine or minocycline/rifampin impregnated catheters should be based on the need to enhance prevention of CRBSI after standard procedures have been implemented (e.g., educating personnel, using maximal sterile barrier precautions, and using 2% chlorhexidine skin antisepsis) and then balanced against the concern for emergence of resistant pathogens and the cost of implementing this strategy.

**Platinum/Silver.** Ionic metals have broad antimicrobial activity and are being used in catheters and cuffs to prevent CRBSI. A combination platinum/silver impregnated catheter is available in Europe and has recently been approved by FDA for use in the United States. Although these catheters are being marketed for their antimicrobial properties, no published studies have been presented to support an antimicrobial effect.

**Silver cuffs.** Ionic silver has been used in subcutaneous collagen cuffs attached to CVCs (93). The ionic silver provides antimicrobial activity and the cuff provides a mechanical barrier to the migration of microorganisms along the external surface of the catheter. In studies of catheters left in place >20 days, the cuff failed to reduce the incidence of CRBSI (94,95). Two other studies of short-term catheters could not demonstrate efficacy because of the minimal number of CRBSIs observed (93,96).

## Systemic Antibiotic Prophylaxis

No studies have demonstrated that oral or parenteral antibacterial or antifungal drugs might reduce the incidence of CRBSI among adults (97--99). However, among low birth weight infants, two studies have assessed vancomycin prophylaxis; both demonstrated a reduction in CRBSI but no reduction in mortality (100,101). Because the prophylactic use of vancomycin is an independent risk factor for the acquisition of vancomycin-resistant enterococcus (VRE) (102), the risk for acquiring VRE likely outweighs the benefit of using prophylactic vancomycin.

## **Antibiotic/Antiseptic Ointments**

Povidone-iodine ointment applied at the insertion site of hemodialysis catheters has been studied as a prophylactic intervention to reduce the incidence of catheter-related infections. One randomized study of 129 hemodialysis catheters demonstrated a reduction in the incidence of exit-site infections, catheter-tip colonization, and BSIs with the routine use of povidone-iodine ointment at the catheter insertion site compared with no ointment at the insertion site (103).

Several studies have evaluated the effectiveness of mupirocin ointment applied at the insertion sites of CVCs as a means to prevent CRBSI (104--106). Although mupirocin reduced the risk for CRBSI (106), mupirocin ointment also has been associated with mupirocin resistance (107,108), and might adversely affect the integrity of polyurethane catheters (109,110).

Nasal carriers of *S. aureus* have a higher risk for acquiring CRBSI than do noncarriers (103,111). Mupirocin ointment has been used intranasally to decrease nasal carriage of *S. aureus* and lessen the risk for CRBSI. However, resistance to mupirocin develops in both *S. aureus* and coagulase-negative staphylococci soon after routine use of mupirocin is instituted (107,108).

Other antibiotic ointments applied to the catheter insertion site also have been studied and have yielded conflicting results (112--114). In addition, rates of catheter colonization with *Candida* spp. might be increased with the use of antibiotic ointments that have no fungicidal activity (112,114). To avoid compromising the integrity of the catheter, any ointment that is applied to the catheter insertion site should be checked against the catheter and ointment manufacturers' recommendations regarding compatibility.

## **Antibiotic Lock Prophylaxis**

To prevent CRBSI, antibiotic lock prophylaxis has been attempted by flushing and filling the lumen of the catheter with an antibiotic solution and leaving the solution to dwell in the lumen of the catheter. Three studies have demonstrated the usefulness of such prophylaxis in neutropenic patients with long-term catheters (115--117). In two of the studies, patients received either heparin alone (10 U/ml) or heparin plus 25 micrograms/ml of vancomycin. The third study compared vancomycin/ciprofloxacin/heparin (VCH) to vancomycin/heparin (VH) and then to heparin alone. The rate of CRBSI with vancomycin-susceptible organisms was significantly lower (VCH  $p = 0.022$ ; VH  $p = 0.028$ ) and the time to the first episode of bacteremia with vancomycin-susceptible organisms was substantially longer (VCH  $p = 0.036$ ; VH  $p = 0.011$ ) in patients receiving either vancomycin/ciprofloxacin/heparin or vancomycin/heparin compared with heparin alone (115--117). One study involving a limited number of children revealed no difference in rates of CRBSI between children receiving a heparin flush compared with those receiving heparin and vancomycin (118). However, because the use of vancomycin is an independent risk factor for the acquisition of VRE (102), this practice is not recommended routinely.

An anticoagulant/antimicrobial combination comprising minocycline and ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) has been proposed as a lock solution because it has antibiofilm and antimicrobial activity against gram-positive, gram-negative, and *Candida* organisms (119), as well as anticoagulant properties. However, no controlled or randomized trials have demonstrated its efficacy.

## **Anticoagulants**

Anticoagulant flush solutions are used widely to prevent catheter thrombosis. Because thrombi and fibrin deposits on catheters might serve as a nidus for microbial colonization of intravascular catheters (120,121), the use of anticoagulants might have a role in the prevention of CRBSI.

In a meta-analysis evaluating the benefit of heparin prophylaxis (3 U/ml in TPN, 5,000 U every 6 or 12 hours flush, or 2,500 U low molecular weight heparin subcutaneously) in patients with short-term CVCs, the risk for catheter-related central venous thrombosis was reduced with the use of prophylactic heparin (122). However, no substantial difference in the rate for CRBSI was observed. Because the majority of heparin solutions contain preservatives with antimicrobial activity, whether any decrease in the rate of CRBSI is a result of the reduced thrombus formation, the preservative, or both is unclear.

The majority of pulmonary artery, umbilical, and central venous catheters are available with a heparin-bonded coating. The majority are heparin-bonded with benzalkonium chloride, which provides the catheters with antimicrobial activity (123) and provides an anti-thrombotic effect (124).

Warfarin also has been evaluated as a means for reducing CRBSI by reducing thrombus formation on catheters (125,126). In patients with long-term CVCs, low-dose warfarin (i.e., 1 mg/day) reduced the incidence of catheter thrombus. No data demonstrate that warfarin reduces the incidence of CRBSI.

## **Replacement of Catheters**

### **Peripheral Venous Catheters**

Scheduled replacement of intravascular catheters has been proposed as a method to prevent phlebitis and catheter-related infections. Studies of short peripheral venous catheters indicate that the incidence of thrombophlebitis and bacterial colonization of catheters increases when catheters are left in place >72 hours (66,67,127). However, rates of phlebitis are not substantially different in peripheral catheters left in place 72 hours compared with 96 hours (128). Because phlebitis and catheter colonization have been associated with an increased risk for catheter-related infection, short peripheral catheter sites commonly are rotated at 72--96-hour intervals to reduce both the risk for infection and patient discomfort associated with phlebitis.

## Midline Catheters

Midline catheters have been associated with lower rates of phlebitis than short peripheral catheters and with lower rates of infection than CVCs (129--131). In one prospective study of 140 midline catheters, their use was associated with a BSI rate of 0.8 per 1,000 catheter-days (131). No specific risk factors, including duration of catheterization, were associated with infection. Midline catheters were in place a median of 7 days, but for as long as 49 days. Although the findings of this study suggested that midline catheters can be changed only when there is a specific indication, no prospective, randomized studies have assessed the benefit of routine replacement as a strategy to prevent CRBSI associated with midline catheters.

## CVCs, Including PICCs and Hemodialysis Catheters

Catheter replacement at scheduled time intervals as a method to reduce CRBSI has not lowered rates. Two trials have assessed a strategy of changing the catheter every 7 days compared with a strategy of changing catheters as needed (132,133). One of these studies involved 112 surgical ICU patients needing CVCs, pulmonary artery catheters, or peripheral arterial catheters (132), whereas the other study involved only subclavian hemodialysis catheters (133). In both studies, no difference in CRBSI was observed in patients undergoing scheduled catheter replacement every 7 days compared with patients whose catheters were replaced as needed.

Scheduled guidewire exchanges of CVCs is another proposed strategy for preventing CRBSI. The results of a meta-analysis of 12 randomized controlled trials assessing CVC management failed to prove any reduction of CRBSI rates through routine replacement of CVCs by guidewire exchange compared with catheter replacement on an as-needed basis (134). Thus, routine replacement of CVCs is not necessary for catheters that are functioning and have no evidence of causing local or systemic complications.

Catheter replacement over a guidewire has become an accepted technique for replacing a malfunctioning catheter or exchanging a pulmonary artery catheter for a CVC when invasive monitoring no longer is needed. Catheter insertion over a guidewire is associated with less discomfort and a significantly lower rate of mechanical complications than are those percutaneously inserted at a new site (135); in addition, this technique provides a means of preserving limited venous access in some patients. Replacement of temporary catheters over a guidewire in the presence of bacteremia is not an acceptable replacement strategy, because the source of infection is usually colonization of the skin tract from the insertion site to the vein (22,135). However, in selected patients with tunneled hemodialysis catheters and bacteremia, catheter exchange over a guidewire, in combination with antibiotic therapy, might be an alternative as a salvage strategy in patients with limited venous access (136--139).

## Hemodialysis Catheters

The use of catheters for hemodialysis is the most common factor contributing to bacteremia in dialysis patients (140,141). The relative risk for bacteremia in patients with dialysis catheters is sevenfold the risk for patients with primary arteriovenous fistulas (142). Despite the National Kidney Foundation's effort to reduce the number of hemodialysis patients maintained with catheter access, catheter use increased from 12.7% in 1995 to 22.2% in 1999 (143). Rates for bacteremia per 100 patient months were 0.2 for arteriovenous fistulas, 0.5 for grafts, 5.0 for cuffed catheters, and 8.5 for noncuffed catheters (CDC, unpublished data, 1999).

To reduce the rate of infection, hemodialysis catheters should be avoided in favor of arteriovenous fistulas and grafts. If temporary access is needed for dialysis, a cuffed catheter is preferable to a noncuffed catheter, even in the ICU setting, if the catheter is expected to stay in place for >3 weeks (11,144).

## Pulmonary Artery Catheters

Pulmonary artery catheters are inserted through a Teflon<sup>®</sup> introducer and typically remain in place an average of 3 days. The majority of pulmonary artery catheters are heparin bonded, which reduces not only catheter thrombosis but also microbial adherence to the catheter (145). Meta-analysis indicates that standard nonheparin-bonded pulmonary artery catheter rates of CRBSI are 5.5 per 1,000 catheter days; for heparin-bonded pulmonary artery catheters, this rate is 2.6 per 1,000 catheter days (11). Because the majority of pulmonary artery catheters are heparin-bonded, the relative risk of infection with these catheters is similar to that of CVC (2.6 versus 2.3 per 1,000 catheter days) (11).

A prospective study of 442 pulmonary artery catheters demonstrated an increased risk for CRBSI after 5 days (0/442 CRBSI before 5 days versus 5/442 CSBSI after 5 days;  $p < 0.001$ ) (146). A prospective observational study of 71 pulmonary artery catheters demonstrated higher infection rates in catheters left in place longer than 7 days (2% before 7 days versus 16% after 7 days;  $p = 0.056$ ) (147). However, no studies indicate that catheter replacement at scheduled time intervals is an effective method to reduce CRBSI (132,135). In patients who continue to require hemodynamic monitoring, pulmonary artery catheters do not need to be changed more frequently than every 7 days. No specific recommendation can be made regarding routine replacement of catheters that need to be in place for >7 days.

Pulmonary artery catheters are usually packaged with a thin plastic sleeve that prevents touch contamination when placed over the catheter. In a study of 166 catheters, patients who were randomly assigned to have their catheters self-contained within this sleeve had a reduced risk for CRBSI compared with those who had a pulmonary artery catheter placed without the sleeve ( $p = 0.002$ ) (148).

## **Peripheral Arterial Catheters**

Peripheral arterial catheters are usually inserted into the radial or femoral artery and permit continuous blood pressure monitoring and blood gas measurements. The rate of CRBSI is comparable to that of temporary CVCs (2.9 versus 2.3 per 1,000 catheter days) (11). One study of peripheral arterial catheters demonstrated no difference in infection rates between changing catheters at scheduled times and changing arterial catheters on an as-needed basis (132). One observational study of 71 arterial catheters revealed that 10 local infections and four CRBSIs occurred in patients who had peripheral arterial catheters in place for >4 days compared with one local infection and no CRBSIs in patients whose catheters were in place ≤4 days ( $p < 0.05$ ) (147). Because the risk for CRBSI is likely similar to that of short-term CVCs, arterial catheters can be approached in a similar way. No specific recommendation can be made regarding replacement of catheters that need to be in place for >5 days.

## **Replacement of Administration Sets**

The optimal interval for routine replacement of IV administration sets has been examined in three well-controlled studies. Data from each of these studies reveal that replacing administration sets no more frequently than 72 hours after initiation of use is safe and cost-effective (149--151). Data from a more recent study demonstrated that rates of phlebitis were not substantially different if administration sets were left in place 96 hours compared with 72 hours (128). When a fluid that enhances microbial growth is infused (e.g., lipid emulsions and blood products), more frequent changes of administration sets are indicated, because these products have been identified as independent risk factors for CRBSI (152--158).

Stopcocks (used for injection of medications, administration of IV infusions, and collection of blood samples) represent a potential portal of entry for microorganisms into vascular access catheters and IV fluids. Stopcock contamination is common, occurring in 45% and 50% in the majority of series. Whether such contamination is a substantial entry point of CRBSI has been difficult to prove.

"Piggyback" systems are used as an alternative to stopcocks. However, they also pose a risk for contamination of the intravascular fluid if the device entering the rubber membrane of an injection port is exposed to air or comes into direct contact with nonsterile tape used to fix the needle to the port. Modified piggyback systems have the potential to prevent contamination at these sites (159).

## **Needleless Intravascular Catheter Systems**

Attempts to reduce the incidence of sharp injuries and the resultant risk for transmission of bloodborne infections to health-care workers have led to the design and introduction of needleless infusion systems. When the devices are used



according to manufacturers' recommendations, they do not substantially affect the incidence of CRBSI (160--167).

## **Multidose Parenteral Medication Vials**

Parenteral medications commonly are dispensed in multidose, parenteral medication vials that might be used for prolonged periods for one or more patients. Although the overall risk for extrinsic contamination of multidose vials is likely minimal (168), the consequences of contamination might result in life-threatening infection (169,170). Single-use vials are frequently preservative-free and might pose a risk for contamination if they are punctured several times.

## **Special Considerations for Intravascular Catheter-Related Infections in Pediatric Patients**

Prevention of CRBSI in children requires additional considerations, although only certain studies have been performed specifically in children. Pediatric data have been derived largely from studies in neonatal or pediatric ICUs and pediatric oncology patients.

## **Epidemiology**

As in adults, the majority of BSIs in children are associated with the use of an intravascular catheter. From 1995 through 2000, the pooled mean catheter-associated BSI rate for all pediatric ICUs reporting data to NNIS was 7.7 per 1,000 catheter days (171,172). Umbilical catheter and CVC-associated BSI rates for neonatal ICUs ranged from 11.3 per 1,000 catheter days in children with birth weight <1,000 g to 4.0 per 1,000 catheter days in children whose birth weight was >2,500 g (171). Catheter utilization rates were comparable in adult and pediatric ICUs (172,173).

## **Microbiology**

As in adults, the majority of CRBSIs in children are caused by coagulase-negative staphylococci. During 1992--1999, these bacteria accounted for 37.7% of BSIs in pediatric ICUs reporting to NNIS (12). Exposure to lipids has been identified as an independent risk factor for development of coagulase-negative staphylococcal bacteremia in very low birth weight infants (i.e., those weighing <1,000 g) (odds ratio [OR] = 9.4; 95% CI = 1.2--74.2) (155), as well as candidemia in the neonatal ICU (OR = 5.33; 95% CI = 1.23--48.4) (154). Gram-negative bacteria accounted for 25% of BSIs reported in pediatric ICUs (172), whereas enterococci and *Candida* spp. accounted for 10% and 9%, respectively (172).

## **Peripheral Venous Catheters**

As in adults, the use of peripheral venous catheters in pediatric patients might be complicated by phlebitis, infusion extravasation, and catheter infection (174).

Catheter location, infusion of parenteral nutritional fluids with continuous IV lipid emulsions, and length of ICU stay before catheter insertion have all increased pediatric patients' risk for phlebitis. However, contrary to the risk in adults, the risk for phlebitis in children has not increased with the duration of catheterization (174,175).

### **Peripheral Arterial Catheters**

In a prospective study of 340 peripheral arterial catheters in children, the following two risk factors for catheter-related infection were identified: 1) use of an arterial system that permitted backflow of blood into the pressure tubing and 2) duration of catheterization (176). Although a correlation was found between duration of arterial catheterization and risk for catheter colonization, the risk remained constant for 2--20 days at 6.2% (176).

### **Umbilical Catheters**

Although the umbilical stump becomes heavily colonized soon after birth, umbilical-vessel catheterization often is used for vascular access in newborn infants. Umbilical vessels can be cannulated easily and permit both collection of blood samples and measurement of hemodynamic status. The incidences of catheter colonization and BSI are similar for umbilical vein catheters and umbilical artery catheters. In several studies, an estimated 40%--55% of umbilical artery catheters were colonized and 5% resulted in CRBSI; umbilical vein catheters were associated with colonization in 22%--59% of cases (177--179) and with CRBSI in 3%--8% of cases (178). Although CRBSI rates are similar for umbilical catheters in the high position (i.e., above the diaphragm) compared with the low position (i.e., below the diaphragm and above the aortic bifurcation), catheters placed in the high position result in a lower incidence of vascular complications without an increase in adverse sequelae (178).

Risk factors for infection differ for umbilical artery and umbilical vein catheters. In one study, neonates with very low birth weight who also received antibiotics for  $\geq 10$  days were at increased risk for umbilical artery CRBSIs (178). In comparison, those with higher birth weight and receipt of parenteral nutrition fluids were at increased risk for umbilical vein CRBSI. Duration of catheterization was not an independent risk factor for infection of either type of umbilical catheter.

### **CVCs**

Because of the limited vascular sites in children, attention should be given to the frequency with which catheters are replaced in these patients. In a study in which survival analysis techniques were used to examine the relation between the duration of central venous catheterization and complications in pediatric ICU patients, all of the patients studied ( $n = 397$ ) remained uninfected for a median of 23.7 days (180). In addition, no relation was found between duration of catheterization and the daily probability of infection ( $r = 0.21$ ;  $p > 0.1$ ), suggesting

that routine replacement of CVCs likely does not reduce the incidence of catheter-related infection (180).

## **Catheter Site Care**

Although data regarding the use of the chlorhexidine-impregnated sponge (Biopatch™) in children are limited, one randomized, controlled study involving 705 neonates reported a substantial decrease in colonized catheter tips in infants in the Biopatch™ group compared with the group that had standard dressings (15% versus 24%; RR = 0.6; 95% CI = 0.5--0.9), but no difference in the rates of CRBSI or BSI without a source. Biopatch™ was associated with localized contact dermatitis in infants of very low birth weight. Of 98 neonates with very low birth weight, 15 (15%) developed localized contact dermatitis; four (1.5%) of 237 neonates weighing >1,000 g developed this reaction ( $p < 0.0001$ ). Infants with gestational age <26 weeks who had CVCs placed at age  $\leq 8$  days were at increased risk for having localized contact dermatitis, whereas no infants in the control group developed this local reaction (181).

## **Performance Indicators**

Performance indicators for reducing CRBSI are 1) implementation of educational programs that include didactic and interactive components for those who insert and maintain catheters; 2) use of maximal sterile barrier precautions during catheter placement; 3) use of chlorhexidine for skin antisepsis; and 4) rates of catheter discontinuation when the catheter is no longer essential for medical management. The impact these recommendations will have on individual institutions should be evaluated using specific performance indicators.

## **Recommendations for Placement of Intravascular Catheters in Adults and Children**

These recommendations are designed to reduce the infectious complications associated with intravascular catheter use. Recommendations should be considered in the context of the institution's experience with catheter-related infections, experience with other adverse catheter-related complications (e.g., thrombosis, hemorrhage, and pneumothorax), and availability of personnel skilled in the placement of intravascular devices. Recommendations are provided for 1) intravascular-catheter use in general; 2) specific devices; and 3) special circumstances (i.e., intravascular-device use in pediatric patients and CVC use for parenteral nutrition and hemodialysis access). Recommendations regarding the frequency of replacing catheters, dressings, administration sets, and fluids also are provided (Appendix B).

As in previous guidelines issued by CDC and HICPAC, each recommendation is categorized on the basis of existing scientific data, theoretical rationale, applicability, and economic impact. The CDC/HICPAC system for categorizing recommendations is as follows:

**Category IA.** Strongly recommended for implementation and strongly supported by well-designed experimental, clinical, or epidemiologic studies.

**Category IB.** Strongly recommended for implementation and supported by some experimental, clinical, or epidemiologic studies, and a strong theoretical rationale.

**Category IC.** Required by state or federal regulations, rules, or standards.

**Category II.** Suggested for implementation and supported by suggestive clinical or epidemiologic studies or a theoretical rationale.

**Unresolved issue.** Represents an unresolved issue for which evidence is insufficient or no consensus regarding efficacy exists.

## I. Health-care worker education and training

A. Educate health-care workers regarding the indications for intravascular catheter use, proper procedures for the insertion and maintenance of intravascular catheters, and appropriate infection-control measures to prevent intravascular catheter-related infections (39,43,45--47,182--187). **Category IA**

B. Assess knowledge of and adherence to guidelines periodically for all persons who insert and manage intravascular catheters (39,43,46,182,188). **Category IA**

C. Ensure appropriate nursing staff levels in ICUs to minimize the incidence of CRBSIs (48,189,190). **Category IB**

## II. Surveillance

A. Monitor the catheter sites visually or by palpation through the intact dressing on a regular basis, depending on the clinical situation of individual patients. If patients have tenderness at the insertion site, fever without obvious source, or other manifestations suggesting local or BSI, the dressing should be removed to allow thorough examination of the site (1,191--193). **Category IB**

B. Encourage patients to report to their health-care provider any changes in their catheter site or any new discomfort. **Category II**

C. Record the operator, date, and time of catheter insertion and removal, and dressing changes on a standardized form. **Category II**

D. Do not routinely culture catheter tips (8,194,195). **Category IA**

## III. Hand hygiene

A. Observe proper hand-hygiene procedures either by washing hands with conventional antiseptic-containing soap and water or with waterless alcohol-based gels or foams. Observe hand hygiene before and after palpating catheter insertion sites, as well as before and after inserting, replacing, accessing, repairing, or dressing an intravascular catheter. Palpation of the insertion site should not be performed after the application of antiseptic, unless aseptic technique is maintained (43,70,196--200). **Category IA**

B. Use of gloves does not obviate the need for hand hygiene (43,198,199). **Category IA**

## IV. Aseptic technique during catheter insertion and care

A. Maintain aseptic technique for the insertion and care of intravascular catheters (22,71,201,202). **Category IA**

B. Wear clean or sterile gloves when inserting an intravascular catheter as required by the Occupational Safety and Health Administration Bloodborne Pathogens Standard. **Category IC.** Wearing clean gloves rather than sterile gloves is acceptable for the insertion of peripheral intravascular catheters if the access

site is not touched after the application of skin antiseptics. Sterile gloves should be worn for the insertion of arterial and central catheters (201,203). **Category IA**

C. Wear clean or sterile gloves when changing the dressing on intravascular catheters. **Category IC**

#### V. Catheter insertion

Do not routinely use arterial or venous cutdown procedures as a method to insert catheters (204--206). **Category IA**

#### VI. Catheter site care

##### A. Cutaneous antisepsis

1. Disinfect clean skin with an appropriate antiseptic before catheter insertion and during dressing changes. Although a 2% chlorhexidine-based preparation is preferred, tincture of iodine, an iodophor, or 70% alcohol can be used (73,75,207,208). **Category IA**

2. No recommendation can be made for the use of chlorhexidine in infants aged <2 months. **Unresolved issue**

3. Allow the antiseptic to remain on the insertion site and to air dry before catheter insertion. Allow povidone iodine to remain on the skin for at least 2 minutes, or longer if it is not yet dry before insertion (73,75,207,208). **Category IB**

4. Do not apply organic solvents (e.g., acetone and ether) to the skin before insertion of catheters or during dressing changes (209). **Category IA**

#### VII. Catheter-site dressing regimens

A. Use either sterile gauze or sterile, transparent, semipermeable dressing to cover the catheter site (146,210--212). **Category IA**

B. Tunneled CVC sites that are well healed might not require dressings. **Category II**

C. If the patient is diaphoretic, or if the site is bleeding or oozing, a gauze dressing is preferable to a transparent, semi-permeable dressing (146,210--212). **Category II**

D. Replace catheter-site dressing if the dressing becomes damp, loosened, or visibly soiled (146,210). **Category IB**

E. Change dressings at least weekly for adult and adolescent patients depending on the circumstances of the individual patient (211). **Category II**

F. Do not use topical antibiotic ointment or creams on insertion sites (except when using dialysis catheters) because of their potential to promote fungal infections and antimicrobial resistance (107,213). **Category IA** (See Central Venous Catheters, Including PICCs, Hemodialysis, and Pulmonary Artery Catheters, in Adult and Pediatric Patients, Section II.I.)

G. Do not submerge the catheter under water. Showering should be permitted if precautions can be taken to reduce the likelihood of introducing organisms into the catheter (e.g., if the catheter and connecting device are protected with an impermeable cover during the shower (214,215). **Category II**

#### VIII. Selection and replacement of intravascular catheters

A. Select the catheter, insertion technique, and insertion site with the lowest risk for complications (infectious and noninfectious) for the anticipated type and duration of IV therapy (22,55,59, 216--218). **Category IA**

B. Promptly remove any intravascular catheter that is no longer essential (219,220). **Category IA**

C. Do not routinely replace central venous or arterial catheters solely for the

purposes of reducing the incidence of infection (*134,135,221*). **Category IB**

D. Replace peripheral venous catheters at least every 72--96 hours in adults to prevent phlebitis (*128*). Leave peripheral venous catheters in place in children until IV therapy is completed, unless complications (e.g., phlebitis and infiltration) occur (*174,175,222,223*). **Category IB**

E. When adherence to aseptic technique cannot be ensured (i.e., when catheters are inserted during a medical emergency), replace all catheters as soon as possible and after no longer than 48 hours (*22,71,201,202*). **Category II**

F. Use clinical judgment to determine when to replace a catheter that could be a source of infection (e.g., do not routinely replace catheters in patients whose only indication of infection is fever). Do not routinely replace venous catheters in patients who are bacteremic or fungemic if the source of infection is unlikely to be the catheter (*224*). **Category II**

G. Replace any short-term CVC if purulence is observed at the insertion site, which indicates infection (*224,225*). **Category IB**

H. Replace all CVCs if the patient is hemodynamically unstable and CRBSI is suspected (*224,225*). **Category II**

I. Do not use guidewire techniques to replace catheters in patients suspected of having catheter-related infection (*134,135*). **Category IB**

IX. Replacement of administration sets\*, needleless systems, and parenteral fluids

A. Administration sets

1. Replace administration sets, including secondary sets and add-on devices, no more frequently than at 72-hour intervals, unless catheter-related infection is suspected or documented (*23, 149--151*). **Category IA**

2. Replace tubing used to administer blood, blood products, or lipid emulsions (those combined with amino acids and glucose in a 3-in-1 admixture or infused separately) within 24 hours of initiating the infusion (*158,226-- 229*). **Category IB**. If the solution contains only dextrose and amino acids, the administration set does not need to be replaced more frequently than every 72 hours (*226*). **Category II**

3. Replace tubing used to administer propofol infusions every 6 or 12 hours, depending on its use, per the manufacturer's recommendation (*230*). **Category IA**

B. Needleless intravascular devices

1. Change the needleless components at least as frequently as the administration set (*160--162, 164--167*). **Category II**

2. Change caps no more frequently than every 72 hours or according to manufacturers' recommendations (*160,162,165,166*). **Category II**

3. Ensure that all components of the system are compatible to minimize leaks and breaks in the system (*163*). **Category II**

4. Minimize contamination risk by wiping the access port with an appropriate antiseptic and accessing the port only with sterile devices (*162,163,165*).

**Category IB**

C. Parenteral fluids

1. Complete the infusion of lipid-containing solutions (e.g., 3-in-1 solutions) within 24 hours of hanging the solution (*156--158,226,229*). **Category IB**

2. Complete the infusion of lipid emulsions alone within 12 hours of hanging the emulsion. If volume considerations require more time, the infusion should be completed within 24 hours (*156--158*). **Category IB**

3. Complete infusions of blood or other blood products within 4 hours of hanging the blood (231--234). **Category II**

4. No recommendation can be made for the hang time of other parenteral fluids.

**Unresolved issue**

X. IV-injection ports

A. Clean injection ports with 70% alcohol or an iodophor before accessing the system (164,235,236). **Category IA**

B. Cap all stopcocks when not in use (235). **Category IB**

XI. Preparation and quality control of IV admixtures

A. Admix all routine parenteral fluids in the pharmacy in a laminar-flow hood using aseptic technique (237,238). **Category IB**

B. Do not use any container of parenteral fluid that has visible turbidity, leaks, cracks, or particulate matter or if the manufacturer's expiration date has passed (237). **Category IB**

C. Use single-dose vials for parenteral additives or medications when possible (237,239). **Category II**

D. Do not combine the leftover content of single-use vials for later use (237,239). **Category IA**

E. If multidose vials are used

1. Refrigerate multidose vials after they are opened if recommended by the manufacturer. **Category II**

2. Cleanse the access diaphragm of multidose vials with 70% alcohol before inserting a device into the vial (236). **Category IA**

3. Use a sterile device to access a multidose vial and avoid touch contamination of the device before penetrating the access diaphragm (235,240). **Category IA**

4. Discard multidose vial if sterility is compromised (235,240). **Category IA**

XII. In-line filters

Do not use filters routinely for infection-control purposes (80,241). **Category IA**

XIII. IV-therapy personnel

Designate trained personnel for the insertion and maintenance of intravascular catheters (46,47,210,242). **Category IA**

XIV. Prophylactic antimicrobials

Do not administer intranasal or systemic antimicrobial prophylaxis routinely before insertion or during use of an intravascular catheter to prevent catheter colonization or BSI (97,98,108,243). **Category IA**

## **Peripheral Venous Catheters, Including Midline Catheters, in Adult and Pediatric Patients**

I. Selection of peripheral catheter

A. Select catheters on the basis of the intended purpose and duration of use, known complications (e.g., phlebitis and infiltration), and experience of individual catheter operators (67,68,244). **Category IB**

B. Avoid the use of steel needles for the administration of fluids and medication that might cause tissue necrosis if extravasation occurs (67,68). **Category IA**

C. Use a midline catheter or PICC when the duration of IV therapy will likely exceed 6 days (244). **Category IB**

II. Selection of peripheral-catheter insertion site

A. In adults, use an upper- instead of a lower-extremity site for catheter insertion. Replace a catheter inserted in a lower-extremity site to an upper-extremity site as soon as possible (67,245). **Category IA**

B. In pediatric patients, the hand, the dorsum of the foot, or the scalp can be used as the catheter insertion site. **Category II**

C. Replacement of catheter

1. Evaluate the catheter insertion site daily, by palpation through the dressing to discern tenderness and by inspection if a transparent dressing is in use. Gauze and opaque dressings should not be removed if the patient has no clinical signs infection. If the patient has local tenderness or other signs of possible CRBSI, an opaque dressing should be removed and the site inspected visually. **Category II**

2. Remove peripheral venous catheters if the patient develops signs of phlebitis (e.g., warmth, tenderness, erythema, and palpable venous cord), infection, or a malfunctioning catheter (66). **Category IB**

3. In adults, replace short, peripheral venous catheters at least 72--96 hours to reduce the risk for phlebitis. If sites for venous access are limited and no evidence of phlebitis or infection is present, peripheral venous catheters can be left in place for longer periods, although the patient and the insertion sites should be closely monitored (66,128,246). **Category IB**

4. Do not routinely replace midline catheters to reduce the risk for infection (131). **Category IB**

5. In pediatric patients, leave peripheral venous catheters in place until IV therapy is completed, unless a complication (e.g., phlebitis and infiltration) occurs (174,175,222,223). **Category IB**

III. Catheter and catheter-site care

Do not routinely apply prophylactic topical antimicrobial or antiseptic ointment or cream to the insertion site of peripheral venous catheters (107,213). **Category IA**

## **Central Venous Catheters, Including PICCs, Hemodialysis, and Pulmonary Artery Catheters, in Adult and Pediatric Patients**

I. Surveillance

A. Conduct surveillance in ICUs and other patient populations to determine CRBSI rates, monitor trends in those rates, and assist in identifying lapses in infection-control practices (3,12,16,247--250). **Category IA**

B. Express ICU data as the number of catheter-associated BSIs per 1,000 catheter-days for both adults and children and stratify by birth weight categories for neonatal ICUs to facilitate comparisons with national data in comparable patient populations and health-care settings (3,12,16,247--250). **Category IB**

C. Investigate events leading to unexpected life-threatening or fatal outcomes. This includes any process variation for which a recurrence would likely present an adverse outcome (13). **Category IC**

II. General principles

A. Use a CVC with the minimum number of ports or lumens essential for the management of the patient (251--254). **Category IB**

B. Use an antimicrobial or antiseptic-impregnated CVC in adults whose catheter is expected to remain in place >5 days if, after implementing a comprehensive strategy to reduce rates of CRBSI, the CRBSI rate remains above the goal set by the individual institution based on benchmark rates (Table 2) and local factors.



The comprehensive strategy should include the following three components: educating persons who insert and maintain catheters, use of maximal sterile barrier precautions, and a 2% chlorhexidine preparation for skin antisepsis during CVC insertion (84--86,90,91,255). **Category IB**

C. No recommendation can be made for the use of impregnated catheters in children. **Unresolved issue**

D. Designate personnel who have been trained and exhibit competency in the insertion of catheters to supervise trainees who perform catheter insertion (39,43,46,182,187,188). **Category IA**

E. Use totally implantable access devices for patients who require long-term, intermittent vascular access. For patients requiring frequent or continuous access, a PICC or tunneled CVC is preferable (256,257). **Category II**

F. Use a cuffed CVC for dialysis if the period of temporary access is anticipated to be prolonged (e.g., >3 weeks) (144,258). **Category IB**

G. Use a fistula or graft instead of a CVC for permanent access for dialysis (142). **Category IB**

H. Do not use hemodialysis catheters for blood drawing or applications other than hemodialysis except during dialysis or under emergency circumstances. **Category II**

I. Use povidone-iodine antiseptic ointment at the hemodialysis catheter exit site after catheter insertion and at the end of each dialysis session only if this ointment does not interact with the material of the hemodialysis catheter per manufacturer's recommendation (103,114,144). **Category II**

III. Selection of catheter insertion site

A. Weigh the risk and benefits of placing a device at a recommended site to reduce infectious complications against the risk for mechanical complications (e.g., pneumothorax, subclavian artery puncture, subclavian vein laceration, subclavian vein stenosis, hemothorax, thrombosis, air embolism, and catheter misplacement) (22,55,59,218). **Category IA**

B. Use a subclavian site (rather than a jugular or a femoral site) in adult patients to minimize infection risk for nontunneled CVC placement (22,55,59,60). **Category IA**

C. No recommendation can be made for a preferred site of insertion to minimize infection risk for a nontunneled CVC (61--63). **Unresolved issue**

D. Place catheters used for hemodialysis and pheresis in a jugular or femoral vein rather than a subclavian vein to avoid venous stenosis if catheter access is needed (259--263). **Category IA**

IV. Maximal sterile barrier precautions during catheter insertion

A. Use aseptic technique including the use of a cap, mask, sterile gown, sterile gloves, and a large sterile sheet, for the insertion of CVCs (including PICCS) or guidewire exchange (22,71). **Category IA**

B. Use a sterile sleeve to protect pulmonary artery catheters during insertion (148). **Category IB**

V. Replacement of catheter

A. Do not routinely replace CVCs, PICCs, hemodialysis catheters, or pulmonary artery catheters to prevent catheter-related infections (132,134,135). **Category IB**

B. Do not remove CVCs or PICCs on the basis of fever alone. Use clinical judgment regarding the appropriateness of removing the catheter if infection is

evidenced elsewhere or if a noninfectious cause of fever is suspected (224,264).

## **Category II**

### C. Guidewire exchange

1. Do not use guidewire exchanges routinely for nontunneled catheters to prevent infection (135,265). **Category IB**

2. Use a guidewire exchange to replace a malfunctioning nontunneled catheter if no evidence of infection is present (135,265). **Category IB**

3. Use a new set of sterile gloves before handling the new catheter when guidewire exchanges are performed (22,71). **Category II**

### VI. Catheter and catheter-site care

#### A. General measures

Designate one port exclusively for hyperalimentation if a multilumen catheter is used to administer parenteral nutrition (266). **Category II**

#### B. Antibiotic lock solutions

Do not routinely use antibiotic lock solutions to prevent CRBSI. Use prophylactic antibiotic lock solution only in special circumstances (e.g., in treating a patient with a long-term cuffed or tunneled catheter or port who has a history of multiple CRBSIs despite optimal maximal adherence to aseptic technique)

(115,116,267,268). **Category II**

#### C. Catheter-site dressing regimens

1. Replace the catheter-site dressing when it becomes damp, loosened, or soiled or when inspection of the site is necessary (65,146,211). **Category IA**

2. Replace dressings used on short-term CVC sites every 2 days for gauze dressings and at least every 7 days for transparent dressings, except in those pediatric patients in which the risk for dislodging the catheter outweighs the benefit of changing the dressing (211). **Category IB**

3. Replace dressings used on tunneled or implanted CVC sites no more than once per week, until the insertion site has healed (211). **Category IB**

4. No recommendation can be made regarding the necessity for any dressing on well-healed exit sites of long-term cuffed and tunneled CVCs. **Unresolved issue**

D. No recommendation can be made for the use of chlorhexidine sponge dressings to reduce the incidence of infection. **Unresolved issue**

E. Do not use chlorhexidine sponge dressings in neonates aged <7 days or of gestational age <26 weeks (181). **Category II**

F. No recommendation can be made for the use of sutureless securement devices.

**Unresolved issue**

G. Ensure that catheter-site care is compatible with the catheter material (109,110). **Category IB**

H. Use a sterile sleeve for all pulmonary artery catheters (148). **Category IB**

## **Additional Recommendations for Peripheral Arterial Catheters and Pressure Monitoring Devices for Adult and Pediatric Patients**

### I. Selection of pressure monitoring system

Use disposable, rather than reusable, transducer assemblies when possible (269--273). **Category IB**

### II. Replacement of catheter and pressure monitoring system

A. Do not routinely replace peripheral arterial catheters to prevent catheter-related infections (132,147, 221,274). **Category II**

B. Replace disposable or reusable transducers at 96-hour intervals. Replace other components of the system (including the tubing, continuous-flush device, and flush solution) at the time the transducer is replaced (22,270). **Category IB**

III. Care of pressure monitoring systems

A. General measures

1. Keep all components of the pressure monitoring system (including calibration devices and flush solution) sterile (269,275--277). **Category IA**

2. Minimize the number of manipulations of and entries into the pressure monitoring system. Use a closed-flush system (i.e., continuous flush), rather than an open system (i.e., one that requires a syringe and stopcock), to maintain the patency of the pressure monitoring catheters (272,278). **Category II**

3. When the pressure monitoring system is accessed through a diaphragm rather than a stopcock, wipe the diaphragm with an appropriate antiseptic before accessing the system (272). **Category IA**

4. Do not administer dextrose-containing solutions or parenteral nutrition fluids through the pressure monitoring circuit (272,279,280). **Category IA**

B. Sterilization or disinfection of pressure monitoring systems

1. Use disposable transducers (272,279--282). **Category IB**

2. Sterilize reusable transducers according to the manufacturers' instructions if the use of disposable transducers is not feasible (272,279--282). **Category IA**

## **Recommendations for Umbilical Catheters**

I. Replacement of catheters

A. Remove and do not replace umbilical artery catheters if any signs of CRBSI, vascular insufficiency, or thrombosis are present (283). **Category II**

B. Remove and do not replace umbilical venous catheters if any signs of CRBSI or thrombosis are present (283). **Category II**

C. No recommendation can be made for treating through an umbilical venous catheter suspected of being infected. **Unresolved issue**

D. Replace umbilical venous catheters only if the catheter malfunctions. **Category II**

II. Catheter-site care

A. Cleanse the umbilical insertion site with an antiseptic before catheter insertion. Avoid tincture of iodine because of the potential effect on the neonatal thyroid.

Other iodine-containing products (e.g., povidone-iodine) can be used (75,177,178,284,285). **Category IB**

B. Do not use topical antibiotic ointment or creams on umbilical catheter insertion sites because of the potential to promote fungal infections and antimicrobial resistance (107,213). **Category IA**

C. Add low doses of heparin (0.25--1.0 F/ml) to the fluid infused through umbilical arterial catheters (286--288). **Category IB**

D. Remove umbilical catheters as soon as possible when no longer needed or when any sign of vascular insufficiency to the lower extremities is observed.

Optimally, umbilical artery catheters should not be left in place >5 days (283,289). **Category II**

E. Umbilical venous catheters should be removed as soon as possible when no

longer needed but can be used up to 14 days if managed aseptically (290,291).

## **Category II**

\* Administration sets include the area from the spike of tubing entering the fluid container to the hub of the vascular access device. However, a short extension tube might be connected to the catheter and might be considered a portion of the catheter to facilitate aseptic technique when changing administration sets.

**Příloha č. 4:**

Incidence nozokomiálních infekcí, incidenční hustota, F. Schwab et al.

	celkově	první rok pozorování	druhý rok pozorování	třetí rok pozorování
incidence (na 100 pacientů) - infekce krevního řečiště	23.7	26.9	23.2	20.8
incidence (na 100 pacientů) - pneumonie	3.7	4.5	3.2	3.3
incidenční hustota (počet NI na 1000 nemocničních dnů) - infekce krevního řečiště	7.3	8.3	7.1	6.4
incidenční hustota (počet NI na 1000 nemocničních dnů) - pneumonie	1.0	1.2	0.8	0.9

## Příloha č. 5:

Počet nozokomiálních infekcí, vývoj, F. Schwab et al.

	celkově	první rok pozorování	druhý rok pozorování	třetí rok pozorování
počet novorozenců	3856	1303	1293	1260
% porodů císařským řezem	87.9	85.7	89.1	88.9
% zemřelých novorozenců	7.2	7.6	6.8	7.1
průměrná porodní hmotnost(g)	1061	1050	1071	1061
průměrné gestační stáří(dny)	200.7	199.7	201.4	201
počet novorozenců s NI – infekce krevního řečiště	913	351	300	262
počet novorozenců s NI – pneumonie	141	59	41	41