

## Zdroje

- 1) Jaeger R. J., Rubin R. J. (1970): Contamination of blood stored in plastic packs. *The Lancet*, 2, 151.
- 2) Jaeger R. J., Rubin R. J. (1972): Migration of a phthalate ester plasticiser from polyvinyl chloride blood bags into stored human blood and its localization in human tissues. *New England J. Med.*, 287, 1114–1118.
- 3) Jaeger R. J., Rubin R. J. (1973): Extraction, localization and metabolism of di-2-ethylhexyl phthalate from PVC plastic medical devices. *Health. Perspect.*, 3, 95–102.
- 4) European Commission (2008): The safety of medical device containing DEHP plasticized PVC or other plasticizers on neonates and other groups possibly at risk. 91 p.
- 5) Schettler T. (2006): Human exposure to phthalates via consumer products. *International Journal of Andrology*, 29, 134–139.
- 6) Loff S., Kabs F., Witt K., Sartoris J., Mandl B., Niessen K. H., Waag K. L. (2000): Polyvinylchloride infusion lines expose infants to large amounts of toxic plasticizers. *J Pediatr Surg*, 35(12): 1775–1781.
- 7) Green R., Hauser R., Calafat A., Weuve J., Schettler T., Ringer S., Huttner K., Hu H. (2005): Use of Di(2-ethylhexyl) Phthalate Containing Medical Products and Urinary Levels of Mono(2-ethylhexyl) Phthalate in Neonatal Intensive Care Unit Infants. *Environmental Health Perspectives*, 113, 1222–1225.
- 8) Huber W. W., Grasl-Kraupp B., Schulte-Hermann R. (1996): Hepatocarcinogenic potential of di(2-ethylhexyl)phthalate in rodents and its implications on human risk. *Crit. Rev Toxicol.*, 26, 365–481.
- 9) Moore R. W., Rudy T. A., Lin T. M., Ko K., Peterson R. E. (2001): Abnormalities of sexual development in male rats with in utero and lactational exposure to the androgenic plasticizer di(2-ethylhexyl) phthalate. *Environ. Health Perspect.*, 109, 229–237.
- 10) Okubo T., Suzuki T., Yokoyama Y., Kano K., Kano I. (2003): Estimation of estrogenic and anti-estrogenic activities of some phthalate diesters and monoesters by MCF-7 cell proliferation assay in vitro. *Biol Pharm Bull*, 26(8): 1219–24.
- 11) Boitier E., Gautier J. C., Roberts R. (2003): Advances in understanding the regulation of apoptosis and mitosis by peroxisome-proliferator activated receptors in preclinical models: Relevance for human health and disease. *Comp Hepatol*, 2(1): 3.
- 12) Scott H. M., Hutchison G. R., Jobling M. S., McKinnell C., Drake A. J., Sharpe R. M. (2008): Relationship between androgen action in the „male programming window“, fetal sertoli cell number, and adult testis size in the rat. *Endocrinology*, 149(10): 5280–5287.
- 13) Fisher J. S. (2004): Are all EDC effects mediated via steroid hormone receptors? *Toxicology*, 205: 33–41.
- 14) Jönsson B. A., Richthoff J., Rylander L., Giwercman A., Hagmar L. (2005): Urinary phthalate metabolites and biomarkers of reproductive function in young men. *Epidemiology*, 16: 487–493.
- 15) Duty S. M., Silva M. J., Barr D. B., Brock J. W., Ryan L., Chen Z., Herrick R. F., Christiani D. C., Hauser R. (2003): Phthalate exposure and human semen parameters. *Epidemiology*, 14: 269–277.
- 16) Howarth J. A., Price S. C., Dobrota M., Kentish P. A., Hinton R. H. (2001): Effects on male rats of di-(2-ethylhexyl) phthalate and di-n-hexylphthalate administered alone or in combination. *Toxicology Letters*, 121: 35–43.
- 17) Voss C., Zerban H., Bannasch P., Berger M. R. (2005): Lifelong exposure to di-(2-ethylhexyl)-phthalate induces tumors in liver and testes of Sprague-Dawley rats. *Toxicology*, 206(3): 359–371.
- 18) Rettberg H. von, Hannman T., Subotic U., Brade J., Schaible T., Waag K. L., Loff S. (2009): Use of Di(2-Ethylhexyl)Phthalate-Containing Infusion Systems Increases the Risk for Cholestasis. *Journal of American Academy of Pediatrics*, 124(2): 710–716.
- 19) Bornehag C.-G., Sundell J., Weschler C. J., Sigsgaard T., Lundgren B., Hasselgren M., Hägerhed-Engman L. (2004): The Association between Asthma and Allergic Symptoms in Children and Phthalates in House Dust: A Nested Case-Control Study. *Environ Health Perspect*, 112(14): 1393–1397.
- 20) Meeker J. D., Calafat A. M., Hauser R. (2010): Urinary bisphenol A concentrations in relation to serum thyroid and reproductive hormone levels in men from an infertility clinic. *Environ Sci Technol*, 44(4): 1458–63.
- 21) Corbelli L., Latini G., Felice C. D., Razzi S., Paris I., Ruggieri F., Mazzeo P., Petraglia F. (2003): High plasma concentrations of di-(2-ethylhexyl)-phthalate in women with endometriosis. *Hum Reprod* 18(7): 1512–5.
- 22) Teitlbaum S. L., Mervish N., Moshier E. L., Vangeepuram N., Galvez M. P., Calafat A. M., Silva M. J., Brenner B. L., Wolff M. S. (2011): Associations between phthalate metabolite urinary concentrations and body size measures in New York City children. *Environmental Research*, 112: 186–193.
- 23) Lind M., Zethelius B., Lind L. (2012): Circulating Levels of Phthalate Metabolites Are Associated With Prevalent Diabetes in the Elderly. *Diabetes Care*, 35(7): 1519–24.
- 24) Ackerman F., Massey R. (2006): The Economics of Phasing Out PVC. *Global Development and Environment Institute, Tufts University*, 47 p.
- 25) European Commission (2002): OPINION ON Medical Devices Containing DEHP Plasticised PVC; Neonates and Other Groups Possibly at Risk from DEHP Toxicity. Adopted by The Scientific Committee on Medicinal Products and Medical Devices On 26 September 2002. 34 p.

# Ftaláty v PVC

## Skrytá hrozba pro člověka i životní prostředí

### Ftaláty – použití a rozšíření

Ftaláty, neboli estery kyseliny ftalové, představují skupinu asi čtyřiceti chemických látek s různými vlastnostmi. Konkrétně jde o dialkyl- nebo alkylarylestery 1,2-benzendikarboxylové kyseliny. Patří mezi ně i skupina ftalátů, které jsou pro zdraví lidí nebezpečné. Nejčastěji se ftaláty používají jako změkčovač PVC, a proto se s nimi můžeme setkat v mnoha zdravotnických pomůckách, vyrobených právě z tohoto plastu. Ftaláty umožňují „klouzat“ po sobě dlouhým molekulám polyvinylchloridu a přidávají se do materiálu proto, aby se dosáhlo požadované měkkosti a pružnosti.

Mimo změkčování PVC se ftaláty používají v kosmetice, jako insekticidy, adheziva či v barvách. Podstatou rizika, jaké ftaláty obsažené v PVC pro zdraví představují, je fakt, že ftaláty nejsou v PVC pevně chemicky vázány a proto se z něj postupně uvolňují. Ftaláty přitom běžně tvoří např. u PVC zdravotnických pomůček až 40 % hmotnosti výrobku. I když bylo šest nejrizikovějších ftalátů pro použití v hračkách a pomůckách pro děti zakázáno či omezeno, jsou stále používány ve zdravotnických pomůckách.

Obavy z působení ftalátů na lidské zdraví prostřednictvím zdravotnických pomůček přitom nejsou nové. Již v roce 1970 Jaeger a Rubin<sup>1</sup> poprvé upozornili na možnost kontaminace krve skladované v PVC vácích v dopise časopisu *The Lancet*. Na něj navázal podrobný výzkum migrace, uvolňování, lokalizace a metabolismu ftalátů ve vztahu ke krevním vakům a hadičkám.<sup>2,3</sup>

### DEHP

K nejpoužívanějším ftalátům patří di(2-ethylhexyl) ftalát (DEHP). Směrnice Evropské unie 67/548/EHS označila DEHP jako látku ovlivňující reprodukční schopnosti a poškozující zdravý vývoj plodu. Klasifikace EPA řadí DEHP mezi pravděpodobně lidské karcinogeny.

### Při jakém typu léčby jsou pomůcky s obsahem ftalátů používány nejvíce?

Vlivu ftalátů uvolňovaných ze zdravotnických pomůček z měkčeného PVC jsou vystaveni zejména pacienti podstupující intravenózní léčbu, transfuzi krve, hemodialýzu a peritoneální dialýzu, kardiopulmonární bypass (CBP), peranterální výživu, extrakorporální membránovou oxygenaci (ECMO) či děti na novorozeneckých jednotkách intenzivní péče. Působení ftalátů jsme vystaveni z různých zdrojů, avšak vzhledem k množství obsažených ftalátů a přímému kontaktu s organismem, představují PVC zdravotnické pomůcky v případě jejich použití při léčbě nejintenzivnější zdroj.

### Které skupiny pacientů jsou toxicitou ftalátů nejvíce ohroženy?

Ftaláty představují zdravotní riziko zejména v pomůckách, které vystavují pacienty dlouhodobě nebo opakovaně přímé (invazivní) expozici DEHP nebo dalších škodlivých látek, a jsou používány u citlivých skupin pacientů. Těmi jsou nedonošení novorozenci, kojenci a děti. Zvláště citlivé na působení ftalátů jsou předčasně narozené děti, protože jejich reprodukční systém se ještě vyvíjí a příjem ftalátů na 1 kg tělesné hmotnosti je zde větší. U novorozenců tak může denní příjem ftalátů překročit bezpečnou denní dávku až dvacetkrát.<sup>4</sup> Opatření k omezení ftalátů by proto měla být přijata jako první pro tyto skupiny. Do kategorie citlivých pacientů spadají i ženy v plodném věku, protože toxiny mohou přenášet na své potomky během těhotenství a kojení.

Enterální výživa obsahující lipidy, která je skladována v PVC vaku obsahujícím ftalát DEHP a podávána skrze hadičky ze stejného materiálu, může vést k maximálnímu dennímu příjmu DEHP až 9,5 mg/den, nebo 0,14 mg/kg tělesné hmotnosti u dospělých za den, zatímco novorozenci mohou být za jeden den touto cestou vystaveni dávce až 2,5 mg/kg tělesné hmotnosti.<sup>5</sup>

### Šíření ftalátů v životním prostředí a jejich metabolismus

Ftaláty jsou špatně rozpustné ve vodě a naopak velmi dobře rozpustné v organických rozpouštědlech a ukládají se v tucích. Uvolňování ftalátů z pomůček závisí na několika faktorech. Může se lišit například podle obsahu lipidů v médiu, které je v PVC obalu uchováno, ale také podle teploty, délky skladování a promíchávání obsahu. Přímým kontaktem se sliznicí jsou ftaláty přenášeny rovnou do krve. Provedené výzkumy ukazují, že zdravotní péče může pacienty vystavit dávce ftalátů, které mohou být i stokrát až tisíckrát vyšší<sup>6</sup> než je běžný průměr zdravých lidí. Velká část toxicity připisované ftalátům je pravděpodobně způsobena jejich primárními metabolity nebo štěpnými produkty původních ftalátových diesterových sloučenin, takzvanými monoestery.

Studie,<sup>7</sup> která měřila úroveň metabolitů DEHP v moči 54 novorozenců dětí na dvou jednotkách intenzivní péče, prokázala vyšší úroveň těchto metabolitů se vzrůstající intenzitou zdravotní péče a častějším použitím pomůček obsahujících DEHP. Průměrné hodnoty MEHP (mono-(2-ethylhexyl) ftalátu, metabolitu DEHP) při nižší, střední a vyšší intenzitě poskytnuté zdravotní péče byly 9,3, 41 a 139 ng/ml.

## Ministerstvo životního prostředí České republiky



STÁTNÍ FOND  
ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ  
ČESKÉ REPUBLIKY

Tento leták byl vydán v rámci projektu Řízení ekologicky šetrné nemocnice s důrazem na eliminaci toxických látek a nakládání s odpady s finanční podporou z prostředků Státního fondu životního prostředí České republiky a Ministerstva životního prostředí České republiky.

Projekt Řízení ekologicky šetrné nemocnice s důrazem na eliminaci toxických látek a nakládání s odpady se zaměřuje na problematiku v České republice dosud převážně opomíjenou a tou je vztah mezi zdravotnickými zařízeními a životním prostředím. Další informace o projektu: <http://arnika.org/emas-pro-nemocnice>

Tato publikace je vytištěna na recyklovaném papíře. Vydáno: listopad 2012



Sdružení Arnika  
Chlumova 17  
130 00 Praha 3  
tel./fax: +420 222 781 471  
arnika@arnika.org

Ftaláty obecně však mohou představovat riziko pro vodní i suchozemské ekosystémy a to především v důsledku jejich výroby. Některé ftaláty jsou bioakumulativní a byly nalezeny ve vodních organismech – například butylbenzyl ftalát (BBP) je pro vodní organismy toxický a může způsobit ve vodním prostředí dlouhodobé poškození. Studie navíc naznačují, že BBP může u ryb působit jako endokrinní disruptor. Také ptáci a savci mohou být vystaveni ftalátům prostřednictvím potravního řetězce.

Potravním řetězcem kolují ftaláty od plodin přes domácí zvířectvo až k člověku. Hlavním zdrojem expozice DEHP pro obecnou populaci je potrava, včetně pitné vody, po níž následuje expozice z ovzduší. Přítomnost ftalátů v potravinách byla potvrzena výzkumnými pracemi. Potravinové produkty obsahují DEHP zejména v tuku (ryby, mléko, oleje), což je odvozeno z kontaminace životního prostředí tímto ftalátem a bioakumulací v rámci potravního řetězce a z uvolňování ftalátů během procesu výroby, balení a skladování.<sup>8,9</sup>

Člověkem jsou tyto látky následně vylučovány do odpadních vod a koloběh pokračuje. Nebezpečí konkrétního ftalátu DEHP spočívá hlavně v jeho perzistenci (zejména za aerobních podmínek) a schopnosti kumulovat se v púdách a tukových tkáních organismu.

#### Dopad na organismy včetně člověka

Některé ftaláty patří mezi hormonální disruptory (látky poškozující hormonální systém). Chovají se jako estrogeny, ale také jako antiandrogeny. Váží se na receptory estrogenů, kde se buďto chovají jako estrogenní hormony, nebo naopak tlumí jejich účinnost. Antiestrogeny se chovají typicky spíše monoesterové formy ftalátů. Studie zabývající se účinky 19 ftalátů a jejich metabolitů v lidských rakovinových buňkách odebraných z prsu<sup>10</sup> ukázala, že dicyklohexylftalát (DCHP), di(2-ethylhexyl)ftalát (DEHP) a benzylbutylftalát (BBP) mají estrogenní účinky monomethylftalát (MMP), monocyklohexylftalát (MCHP), monobenzylftalát (MBzP) a monoizopropylftalát (MIPrP) jsou svými účinky antiestrogenní.

Nejcitlivějším orgánem vůči působení ftalátů se jeví vyvíjející se samčí pohlavní orgány. Toxicita ftalátů pro pohlavní ústrojí spočívá částečně v jejich narušování vazeb folikulárního stimulačního hormonu (FSH) na receptor na Sertolliho buňkách, které se účastní tvorby spermatu.<sup>11</sup> U hlodavců byl také prokázán vliv ftalátů na snížený počet Sertolliho buněk již při narození.<sup>12</sup> Mezi nejběžnější následky působení ftalátů, zaznamenané při výzkumech prováděných na zví-

řatech, patří patologické změny na varlatech a snížený počet spermií. Zaznamenána byla i zmenšená anogenitální vzdálenost, rozštěp penisu, hypospadiáza a nesestoupení varlat.<sup>13</sup> U samic způsobuje účinek ftalátů během prenatálního i postnatálního období celkovou neplodnost. Také u lidí byl potvrzen vliv na plodnost. Zdraví muži s vyšší hladinou MEP v těle měli méně pohyblivé spermie a nižší koncentrace LH hormonu.<sup>14</sup> V další studii jsou vysoké úrovně monoesterů ftalátů v moči spojovány se sníženým počtem spermií, jejich nízkou pohyblivostí a nízkou integritou DNA.<sup>15</sup>

Samotný DEHP je podle studií provedených na zvířatech znám jako jedovatá látka ohrožující schopnost reprodukce, způsobující vrozené vady (např. kosterní vady, oční vady, vady nervového seskupení tvořícího základ nervové soustavy staršího embrya), kardiovaskulární problémy a neplodnost. DEHP rovněž poškozuje ledviny a játra, kde se hromadí.

U laboratorních hlodavců byl prokázán vliv ftalátů na zvětšení jater a proliferaci jaterních peroxisomů.<sup>16</sup> Doložena byla také spojitost s nádory varlat u pokusných zvířat.<sup>17</sup> DEHP také může u novorozenců přispívat k rozvoji poškození jater.<sup>18</sup> Švédští vědci ve své studii<sup>19</sup> uvádějí, že riziko vzniku astmatu a alergie je u dětí žijících v prostředí se zvýšenou koncentrací ftalátů třikrát větší.

Vědci se domnívají, že ftaláty také působí proti účinku hormonů štítné žlázy. Dospěla k tomu studie vědců J. D. Meekera, A. M. Calafata a R. Hausera.<sup>20</sup> Mono(2-ethylhexyl) ftalát (MEHP), tedy látka vznikající z ftalátu DEHP, může ovlivňovat hladiny thyroиду v lidském těle. U těhotných žen byl prokázán pokles funkce štítné žlázy zároveň s vyššími hladinami ftalátů v krvi i moči.

Další výzkum ukázal, že krev žen trpících endometriózou obsahuje zvýšenou hladinu ftalátu DEHP. Peritoneální mok 92,6 % těchto žen obsahoval detekovatelné množství DEHP, nebo metabolitu MEHP. To značí, že DEHP by se mohl podílet na vzniku endometriózy.<sup>21</sup>

Výzkum provedený americkou společností National Institute of Environmental Health Sciences upozorňuje na možnou souvislost mezi dětskou obezitou a masivním nárůstem expozice ftalátům v posledních desetiletích. Vědci zjistili, že zvýšená hladina monoethyl-ftalátu (MEP) v moči koreluje s obezitou a děti, které byly účinkům ftalátů více vystaveny, měly až o 10 % vyšší BMI (index tělesné hmotnosti) než děti s nízkou hladinou ftalátů v moči.<sup>22</sup>

Studie vědců z univerzity ve švédské Uppsale<sup>23</sup> nedávno poukázala na spojitost některých ftalátů vyskytujících se

v obalech či kosmetice a vznikem diabetu II. typu, a to i když vezmeme v úvahu další rizikové faktory, jako jsou obezita, kouření a nedostatek pohybu.

#### Opravdu je PVC tak levnější oproti jiným plastům?

Obvyklou obavou z používání zdravotnických pomůcek z materiálů alternativních k PVC jsou vyšší finanční náklady. Masová produkce PVC je jednou z hlavních příčin, proč je PVC levnější. Nárůst objemu alternativ k PVC v budoucnu je může učinit méně nákladnými a mnohem konkurenceschopnějšími, než jsou v současné době.

Cenový rozdíl (pokud je nějaký) závisí do značné míry na trhu a smlouvách mezi nemocnicemi a dodavateli. Nemocnice mohou snížit své jednotkové náklady nákupem pomůcek ve velkém množství. V zahraničí některá zdravotnická zařízení nakupují pomůcky hromadně prostřednictvím organizací, které pomocí skupinových objednávek zajišťují nákupy pro několik zařízení najednou. Cenové rozdíly tak mohou být sníženy na minimum.

Alternativy mají často i jiné výhody. Například vaky pro intravenózní léčbu bez PVC netvrdnou tak jako vaky, které obsahují změkčovadla (která se z nich postupně uvolňují a tím dochází k změnám vlastností).

Studiemi bylo zjištěno, že PVC rukavice mají za simulovaných podmínek použití 30% „poruchovost“ ve srovnání s 2% u nitrilových rukavic. Pokud do srovnání cen započteme i tento faktor, náklady se rázem změní. Kaiser Permanente, jedna z největších neziskových zdravotnických organizací, dospěla k závěru, že rukavice z nitrilkaučuku jsou tím pádem rukavicím z PVC vzhledem k jejich větší trvanlivosti cenově konkurenceschopné (viz tabulka).

Při propočtu nákladů je zajímavé vzít v úvahu také částku, kolik zdravotnická instituce utrácí za pacienta jako celek. Ve Spojených státech poskytuje státní organizace National Hospital Indicators Survey přehledné statistiky o výdajích a příjmech na úrovni nemocnic v USA. Nemocnice odhadem utratí 1318 amerických dolarů za pacienta na den hospitalizace a 265 dolarů za ambulantní návštěvu. Tyto celkové údaje mohou být použity, aby se náklady na rukavice dostaly do kontextu. Například, pokud se použije pět párů rukavic (deset jednotlivých rukavic) na pacienta/den, přechod z PVC na nitrilové rukavice by znamenal zvýšení nákladů na rukavice/pacienta/den z ceny mírně pod dolar na den na cenu něco málo pod 1,50 dolaru za den. Tento rozdíl je tedy asi 48 centů na celkových výdajích na pacienta/den, což představuje navýšení

**TABULKA: Srovnání cenových nákladů na rukavice z různých materiálů se započtením nákladů za průměrné poškození**

materiál	cena z balení 1000 ks (dolar)	cena za 1 rukavici (dolar)	průměrná míra poškození	faktor trvanlivosti	cena za použití rukavice (dolar)
	A	B=A/1000	C	D=1/(1-C)	E=B*D
vinyl (PVC)	66,96	0.067	29.8 %	1.42	0.095
nitril	140,47	0.140	2.0 %	1.02	0.143
latex	154,71	0.155	1.8 %	1.02	0.157

Pozn.: Průměrná míra poškození je pro simulované podmínky použití. Ceny jsou uvedeny v amerických dolarech. *Podle Ackerman, Masery (2006): The Economics of Phasing Out PVC, Global Development and Environment Institute, Tufts University.*

o méně než 0,04 % celkových výdajů na hospitalizovaného pacienta/den. Pokud by se použilo deset párů rukavic (dvacet jednotlivých rukavic) na pacienta/den, zvýšení nákladů by představovalo asi jeden dolar, nebo méně než jednu dvanáctinu procenta (méně než 0,08 %) výdajů na pacienta/den. Zde diskutované náklady samozřejmě navíc nezahrnují žádný výpočet nákladů na léčbu nemocí, které by mohly být přeneseny kvůli častějšímu poškození PVC rukavic.<sup>24</sup>

Suroviny pro výrobu vaků či trubiček z alternativních materiálů jsou poněkud dražší než PVC. Některé alternativní materiály jsou však například silnější a odolnější než PVC a vyžadují proto použití menšího množství suroviny pro podobný výrobek. U plastových vaků mohou výrobci například částečně kompenzovat vyšší náklady na materiál tím, že je použita tenčí vrstva alternativního materiálu, nebo se eliminují další materiály (PVC vaky jsou baleny do dalšího speciálního obalu, aby se zabránilo odpařo-

vání změkčovadel a tím ztrátě pružnosti před použitím, kdežto vaky bez PVC a změkčovadel tento speciální obal nevyžadují). Nesmíme zapomínat také na přínos pro zdraví. Uvážíme-li reálná zdravotní rizika a náklady na jejich případnou pozdější léčbu, může v konečném důsledku bezpečnost pomůcek převážet nad vyššími pořizovacími náklady, zvláště s ohledem na dlouhodobé přínosy pro společnost jako celek.

#### Závěrečná doporučení

Náhradou samotných ftalátů mohou být různé další látky, které se používají jako změkčovadla, například citráty či adipáty či v krajním případě pomůcky měkčené některými méně zdravými nebezpečnými ftaláty. Toto řešení je však pouze částečné, neboť i jiná změkčovadla se mohou z PVC pomůcek uvolňovat a jejich toxicita ještě není tak široce prozkoumána.

Vzhledem k dalšímu dopadu PVC zdravotnického odpadu na životní prostředí

(spalování PVC s sebou nese vznik vysoce jedovatých dioxinů) je však lepší se zdravotnickým pomůckám z PVC do budoucna zcela vyhnout.

Dnes existuje především řada alternativních materiálů k samotnému PVC: silikon, polyetylen, polypropylen, EVA, elastomery, polykarbonáty a další. Jedinou výjimkou jsou PVC krevní vaky, kde tento materiál poskytuje zatím nejlepší prostředí pro uchovávání krve vzhledem k tomu, že zpomaluje rozpad krevních destiček.<sup>25</sup> Bylo již však prokázáno, že je technologicky možné vyrobit krevní vaky z jiných materiálů, a proto se snad dočkáme v dalších letech rozvoje výroby. Zvýší-li se navíc poptávka po bezpečnějších alternativách, může to znamenat i příznivější cenovou nabídku těchto alternativ pro zdravotnická zařízení.

Nejsnazší volbou z hlediska zdraví pacientů je tak PVC pomůcky všude tam, kde je to nyní možné, zcela nahradit a to zejména s ohledem na rizikové skupiny pacientů.