

4.4 | Műanyag „csontok” és más hasznos műanyag eszközök a gyógyításban

Tárgyszavak: biológiailag összeférhető műanyag; polikarbonát; poliuretán; orvostechikai berendezések; mesterséges csontok.

Az orvostechikai berendezésekhez és termékekhez mintegy 1 M t műanyagot használnak fel a világon. Ez a mennyiség az összes műanyag felhasználásnak ugyan még 1%-át sem teszi ki, azonban alkalmazásuk ma már nélkülözhetetlen, és segítségükkel továbbfejleszthetők az orvosi, a diagnosztikai berendezések, a gyógyászati segédeszközök, a sebészeti eljárások, a gyógyászatban felhasználható anyagok.

A szerteágazó alkalmazások sikeréhez a műanyag alapanyagok fejlesztőinek és a műanyag-feldolgozóknak szorosan együtt kell működniük az orvosokkal, valamint a finommechanikai és mikrorendszerek előállításában jártas szakemberekkel.

Az orvostechikai berendezésekhez és termékekhez felhasznált műanyagok mintegy 60%-a a tömegműanyagok családjába tartozik, tehát PVC, PE, PP és PS. A fennmaradó részen a PC, TPE, ABS és más speciális műanyagok osztoznak. A fő piacok: Észak-Amerika, Nyugat-Európa és Ázsia.

Polikarbonátok

Az orvostechikai berendezésekben az egyik legkedveltebb műanyag a polikarbonát, például a Bayer cég Makrolon márkanévű anyagai. Kiváló fizikai tulajdonságai (megfelelő szilárdság és keménység, törésállóság, szívósság, üveghez hasonló átlátszóság) mellett biológiai összeférhetősége (biokompatibilis volta) és 135 °C-ig tartó hőállósága teszi alkalmassá például vér és infúzió adagolására alkalmazott berendezésekhez és sebészeti eszközökhöz. A biokompatibilis tulajdonság azt jelenti, hogy az érintkező közegekkel (vér, intravénás zsírtartalmú emulziók, testszövetek) szemben teljesen ellenálló, belőle semmiféle anyag nem oldódik ki. Hőállósága elegendő a 121 °C-on forró gőzzel végzett sterilizáláshoz, de ellenáll az etilén-oxidos sterilizálásnak is. Speciális típusai tűrik az ionizált sugarakat is, pl. a gamma-sugarakat.

A polikarbonátokon belül sokféle típust fejlesztettek ki a speciális alkalmazásokhoz igazodva, egyes típusok FDA engedéllyel (USA) rendelkeznek, mások a biokompatibilitást illetően megfelelnek a United States Pharmacopeia XXIII osztály VI (30 nap) követelményeinek, illetve az ISO 10993-1 szabványnak. A Bayer cég fejlesztői a Makrolon Rx 1805 jelű alapanyagot megfelelő segédanyagok adagolásával tették alkalmassá intravénás adagolású infúziók eszközeinek gyártására.

A sebészetben újabban a testüregekbe vezetett és sebészeti eszközöket tartalmazó vékony csövek fém alapanyaga mellett alternatív anyagként a polikarbonátot alkalmazzák. Itt előnyös a polikarbonát szívóssága és átlátszó-sága, de ugyanakkor megfelelő az elhajlás elleni szilárdsága is, ami miatt a beavatkozás könnyebben és biztonságosabban végezhető el, mint korábban.

Az orvosi műanyagokkal szemben támasztott követelmények, nevezetesen a részegységek miniatürizálása, a mind több funkció teljesítése, a mind gyorsabb és könnyebb, azaz gazdaságosabb feldolgozhatóság a műanyag alapanyagok gyártóit új típusok kifejlesztésére serkentik. A polikarbonátok kémiai szerkezetének módosításával, kopolimerekkel még jobban az adott követelményekhez igazított alapanyagok megjelenése várható. Elsősorban a vízfelvétel csökkenését és speciális optikai, valamint reológiai tulajdonságok kialakítását tűzték ki célul.

Poliuretánok

A Bayer cég Desmopan és Texin néven forgalmazza hőre lágyuló poliuretán alapanyagait. A termékválaszték magában foglalja mind a poliéter-, mind a poliészterbázisú alapanyagokat és keverékeket, aminek eredményeképpen a 75 Shore A keménységtől a 70 Shore D keménységű anyagokig terjed a kínálat. Valamennyi típust jellemzi a nagy ütésállóság és rugalmasság, beleértve a visszarúgózás képességét, valamint a nagy kopásállóságot és a be-, ill, továbbszakítási szilárdságot. A hőre lágyuló poliuretánokat fröccsöntéssel és extrudálással lehet feldolgozni. Vékony falú, hajlékony csövek és katéterek, valamint a csöveket összekötő elemek készülhetnek belőlük. Etilén-oxiddal, gamma-sugárzással vagy meleg levegővel sterilizálhatók, a forró gőzös sterilizálást azonban ezek a termékek korlátozott hőállóságuk miatt nem viselik el.

A hőre lágyuló poliuretánok egyik érdekes új alkalmazása a dioptriás lencsék gyártása. A vékony lencsét speciális ragasztóval munkavédő szemüvegekre vagy napszemüvegekre lehet ragasztani. Ily módon ezek a szemüvegek könnyen olvasószemüvegekké alakíthatók át. Az UI-stabilizált, tökéletesen átlátszó és rugalmas alifás poliéteralapú TPE Rexin DP7-3006 jelű anyagból (Bayer) fröccsöntött, 1 g-nál kisebb tömegű, 1 1/4 coll (kb. 34 mm) széles lencse 1,25 és 3 dioptria között készíthető. A különleges látásjavító lencsék kielégítik a munkavédelmi DIN szabványok és az Amerikai Nemzeti Szabványügyi Intézet (ANSI) vonatkozó követelményeit. A lencsék tulajdonsá-

gainak javítására akrilát-, sziloxán- vagy poliuretánlakkokkal kezelik a felületet. A speciális lakkokat és felhordási eljárásokat egyébként az autóiparban polikarbonát szélvédő időjárás-állóságának, karcállóságának és vegyi anyagokkal szembeni ellenálló képességének fokozására is sikeresen próbálták ki.

Egy kis svájci cég, a Synbone, különleges igényt ismert fel a műanyagok orvosi alkalmazása területén. Ma már 300 különböző csontfajtát, összesen évi 100 000 darabot gyárt poliuretánból oktatási, demonstrálási célokra. Az emberi láb csontrendszerének modellezéséhez pl. 28 egyedi csontot kell előállítani valóság-hű formában és szerkezetben. Az emberi csont szerkezetét is utánozni kell, azaz egy kemény külső héjat és egy porózus belső magot kell kialakítani. A mesterséges csontok előállítására a Baydur márkanévű poliuretánok (gyártó: Bayer) bizonyultak a legalkalmasabbaknak.

A mesterséges csontok fő funkciója, hogy segítségükkel a leendő vagy akár a gyakorló sebészek könnyebben sajátíthassák el a szakmai fogásokat (fémszegecsek, protézisek behelyezése és egyéb csontsebészeti beavatkozások, fúrás, kalapálás stb.), mintha igazi emberi csontokon dolgoznának gyakorlás közben. A költséges steril körülmények mellőzésével, fertőzésveszély nélkül készülhetnek a jövő orvosai a későbbi éles beavatkozásokra. A svájci cég által gyártott mesterséges csontok hasznosságát már 170 000 sebész igazolja, akik ily módon kaptak oktatást.

(Dr. Orbán Sylvia)

Pudleiner, H.; Krieter, M.: Biokompatible Polymere. Im Dienst der Gesundheit. = Plastverarbeiter, 53. k. 9. sz. 2002. p. 98, 100.

Artificial bones. = Macplas International, 2003. 1. sz. febr. p. 68–69.