

A Scratch használata rendkívül intuitív, bárki önállóan, próbálgatással is el tud igazodni a kezelőfelületén, főleg, ha már használta a MakeCode-ot is. Az pedig, hogy integrálták a micro:bit programozását is a felületbe, nagy hasznunkra válik még akkor is, ha viszonylag kevés a programblokk, azonban így is lehetőség van a micro:bit programozására. Alapvető programokat mindenképp meg tudunk írni.

A Scratch-et ma széles körben az egyik leghatékonyabb eszköznek tartják a gyermekek programozás-oktatásában.

**Kovács András Apor, Kovács Árpád Apold,
Kovács Lehel István**

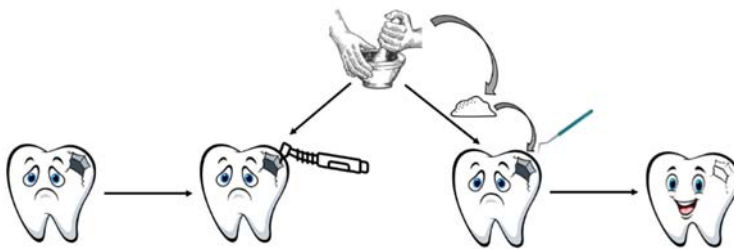
Bioanyagok a mindennapokban

Pali ellátogatott a fogorvoshoz. A fogorvos egy éktelen nagy szuvasodást fedezett fel a második kisőrlő fogán.

Ezt a fogat betömjük! – jelentette ki, majd nekilátott a tisztításnak, és szólt az asszisztensének, hogy keverje a fogba kerülő tömést.

A fogorvos úr fogta a fogat, megtisztogatta, majd kikeverte a legmegfelelőbb fogtömő anyagot, a fogban lévő lyukat mind betömte, majd a fogat készre csiszolta (1. ábra). De melyik a legmegfelelőbb anyag?

Orvosunk Pali fogtöméséhez több anyag közül választhat, figyelembe véve a szuvasodás mértékét, a fogak színét. De miért kell betömni a fogat? A fogtömés megakadályozza a fogunk további szuvasodását, és megmenti a teljes pusztulástól.



1. ábra

*A fogtömés lépései: a lyukas fog kitakarítása, a tömő anyag elkészítése,
a tömő anyag lyukba történő behelyezése és a fog csiszolása*



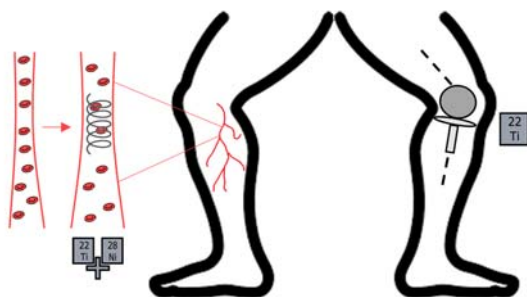
A múlt század elején teljesen megszokott látvány volt a foghíjas vagy a fog nélküli ember. Ez nem csak csúnya volt, de akadályozta őket az étel megrágásában és a beszédben. Ez arra készítette az embereket, hogy jobbnál jobb anyagokat fejlesszenek.

A fogtömő anyagok a bioanyagok családjába tartoznak. Ebbe a családba tartozik minden olyan anyag, ami helyettesít egy kiesett élettani funkciót, vagy segíti a gyógyulás folyamatát. Ide tartoznak az implantátumok, az ízületi protézisek, csontprotézisek, kontaktlencsék, valamint a bőr regenerációját elősegítő anyagok. Attól függően, hogy milyen funkciót látnak el ezek az anyagok, hosszabb ideig, akár életünk végéig is a szervezetben maradnak, de van olyan is, amelyik dolga végeztével lebomlik, vagy a gyógyulás után műtéti úton távolítják el.

A nyáron Pali kezébe beleállt egy szálla. Próbált nem venni erről tudomást, de másnapra bepirosodott, és feldagadt a keze. Ezt nevezzük idegentest reakciónak. A bioanyagok megalkotásában az elsődleges elvárás, hogy testünk ne kezelje őket idegen testként. Ezeket az anyagokat típusuk szerint négy csoportba sorolhatjuk: fémek, kerámiák, polimerek és kompozitok. Előfordulnak egyedülálló anyagokként vagy több anyag együtteseként. Minden anyagnak sajátos tulajdonsága van, és ezt használjuk az adott funkció újra betöltésére.

1. Fémek és ötvözetek

Biztos vagyok benne, hogy hallottad már valamelyik nagybácsidtól vagy családi baráttól, hogy az én lábamban fém van. Igazából pontosan így kell elképzelni egy fém vagy ötvözet bioanyagként történő alkalmazását. A legelterjedtebb ilyen anyagok a rozsdamentes acél, kobalt-króm-, molibdénötvözet, valamint titán és titánötvözetek. Egyaránt alkalmazzák őket fogpótló csapékként, érszűkület elleni sztentként, csípő- és térdprotézisekben (2. ábra) vagy törésrögzítőként.



2. ábra

Fémek és ötvözetek alkalmazási területei: érszűkület elleni sztent és térdprotézis



De vajon, hogy kell ezt elképzelni? Vannak olyan fémek, amelyek önállóan is megállják a helyüket, és vannak olyanok, amelyek több fém együtteséből születnek, ezek az ötvözetek. A sportesemények harmadik helyét bronzsal szokták jutalmazni. Ez az egyik legismertebb ötvözet. Az ötvözetek fémét, például rezet, vasat, aranyat, ezüstöt, ónt, tartalmazó oldatok. Ha a cukrot vízbe tesszük, egy cukrosvíz oldat jön létre. Szilárd halmazállapotú anyagokból is ehhez hasonlóan oldatot hozhatunk létre. Ahhoz, hogy össze tudjuk keverni, olyan magas hőmérsékletre kell hevíteni, hogy folyékony halmazállapotúak legyenek. Kihűlés után újra megszilárdulnak.

1.1. A rozsdamentes acél

A rozsdamentes acél, vagy más néven inox, nem csak az orvostudományban ismert. Előszórással alkalmazzák evőeszközök, edények és tányérok alapanyagaként is. Hasonlóan a bronzhoz az acél is egy ötvözet, amely nagy mennyiségben vasat (Fe) és szenet (C) tartalmaz. Biztos vagyok benne, hogy láttál már olyan szeget, amely az idő során rozsdás lett. A rozsdásodás (vagy korrózió) egy olyan kémiai folyamat, amely során nedvesség hatására a felület oxidálódik, vagyis a fémes vasból, vas(III)-oxid Fe_2O_3 és vas(III)-hidroxid $Fe(OH)_3$ keletkezik. Ez egy nemkívánatos folyamat. A rozsdásodás megelőzésére az acélhoz nagy mennyiségben krómot (Cr) adunk. Ezt nevezzük korrózióvédő funkciónak. A rozsdamentes acél is képes kismértékben rozsdásodni, de sokkal kisebb mértékben, mint az acél. Orvosi eszközök és implantátumok esetében használják. Jó kérdés, hogy miért ezeket az anyagokat használják, ha rozsdásodik? A válasz egyszerű, hiszen ezek olcsón és könnyen előállítható anyagok. Ideális bioanyagok abban az esetben, ha a kívánt funkciót csak rövid ideig kell betölteniük az emberi testben.

1.2. Kobalt-króm (Co-Cr) ötvözet

A rozsdásodás nagyobb mértékű megelőzésére kobalt-króm ötvözeteket hoztak létre. Ezek több ideig képesek a szervezetben megmaradni anélkül, hogy rozsdásodnának, vagy a gazdatest idegen testként kilökné magából. Előállításuk költségebb, mint a rozsdamentes acélé. Fogászati és ortopédiai implantátumként alkalmazzák olyan esetekben, amikor az adott funkciót huzamosabb ideig kell betölteniük.

1.3. Molibdénötvözet

A molibdénötvözeteket a rozsdamentes acél és a kobalt-króm ötvözetek mechanikai tulajdonságainak javítására fejlesztették ki. A kívánt mechanikai tulajdonság elérésére a molibdénhez (Mo) különböző fémeket keverhetünk, mint például titán (Ti), cirkónium (Zr), króm (Cr) vagy nikkel (Ni). Hasonlóan a többi ötvözetekhez, ezeket is a fogászati és ortopédiai implantátumok részeként használják.

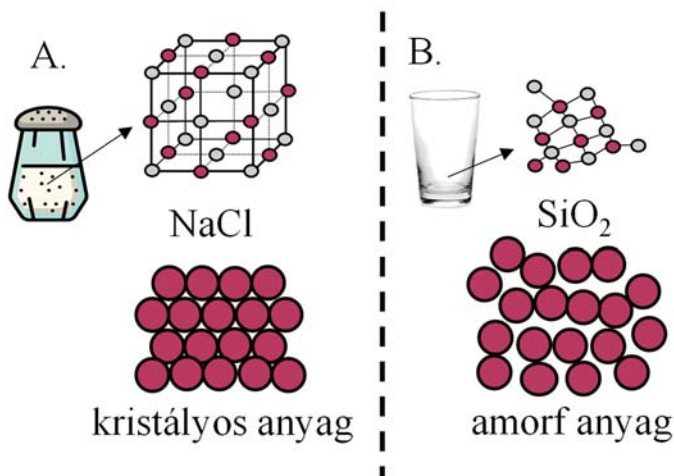


1.4. Titán és titánötvözetek

A titán (Ti) és titánötvözetek legnagyobb előnye, hogy korroziómentes, azaz nem rozsdásodik. Olyan ortopédiai és fogászati beültetésekre, implantátumokra alkalmazzák, melyek hosszútávúak, vagy akár életünk végig tarthatnak. Előnye a jó mechanikai tulajdonság és biokompatibilitás, azaz semmilyen szinten nem káros az emberi szervezetre.

2. Kerámiák és üvegek

A szilárd anyagok szerkezetük szerint lehetnek amorf vagy kristályos anyagok. Egy anyag kristályosnak tekinthető, ha az anyagot felépítő elemek (atomok, molekulák, ionok) a tér minden irányában szabályosan, egy ismétlődő minta szerint helyezkednek el (3.A. ábra). Ha az anyagot felépítő elemek elhelyezkedése szabálytalan, akkor az anyag amorf (3.B. ábra). A valóságban az anyagok nagyrésze mindkét formát tartalmazza. Ezeket nevezzük polikristályos anyagoknak. A kerámiák is polikristályos anyagok. Tulajdonságaik szerint három kategóriába soroljuk őket: bioinert, bioaktív és bioreszorbabilis anyagok.



3. ábra

Kristályos (A) és amorf (B) szerkezet

2.1. Bioinert kerámiák

Egy anyagot bioinertnek nevezünk, ha a beültetés után megőrzi szerkezetét, és nem lép kölcsönhatásba a gazdaszervezettel. Ilyen anyagok az alumínium-oxid



(Al_2O_3) és cirkónium-oxid (ZrO_2). Az alumínium-oxid előnyös tulajdonságai közé tartozik a nagy szilárdság és kopásállóság, valamint a jó biokompatibilitás. Ez azt jelenti, hogy a gazdatest számára nem mérgező, és huzamosabb ideig maradhat a testben. Ennek köszönhetően csípőprotéziseknél és fogászati implantátumoknál találkozunk vele. A cirkónium nagy mechanikai szilárdsága és törésállósága miatt remekül alkalmazható csípőprotézisként, valamint fogimplantátumként.

2.2. Bioaktív üvegek

A bioaktív anyagok képesek kémiai kötést létrehozni a csont szövetével, az anyag felületén kialakuló hidroxiapatit ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$) rétegen keresztül. A csont szeretlen részének, valamint a fogzománcnak 87%-át hidroxiapatit alkotja. Ezért rendkívül jól használhatóak apró csonthibák feltöltésére. A többi anyagtól eltérően ezek nem polikristályos, hanem amorf anyagok. Ezért besorolásuk is vitatott, sok esetben külön kategóriaként tárgyalják. A legismertebb képviselőjük a 45% SiO_2 -24,5% CaO -24,5% Na_2O -6% P_2O_5 összetételű Bioüveg[®], amivel a fogkrémekben is találkozhatunk. Célja a fogzománc védelme. A Bioüveg[®] és a fogzománc között létrejön a hidroxiapatit réteg, ami betömi a fogzománcra keletkezett apró repedéseket, ezáltal megerősítve azt.

2.3. Biodegradábilis kalcium-foszfátok

A biodegradábilis anyagok sajátos tulajdonságai, hogy képesek elbomlani a testben, miközben az regenerálódik. Az elbomlott anyag felszívódik. Ezen anyagok képviselői a kalcium-foszfátok ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$), melyek bioaktív tulajdonságokkal is rendelkeznek. Azaz, képesek kémiai kötést kialakítani a csontszövettel, majd dolguk végeztével elemeikre bomlanak, részben beépülnek a szervezetbe, részben kiürülnek, eltávoznak. Mint ahogy már említettük, a csontok és fogak nagyrészt kalcium-foszfátból és fehérjékből épülnek fel. A kalcium-foszfát felelős a csont keménységéért, a fehérjék biztosítják a rugalmasságát. Így értelemszerűen a kalcium-foszfátokat fog- és csontpótlásra használják. Hátrányuk a gyenge mechanikai tulajdonság.

3. Polimerek

Napjainkba szinte szitokszóvá váltak a polimerek, hisz minden tele van velük, szennyezik az óceánokat, nem bomlanak le. Ez a nagymértékű szennyezés annak köszönhető, hogy rendkívül olcsón és könnyen előállíthatóak. Okosan használva azonban, remek bioanyagok.

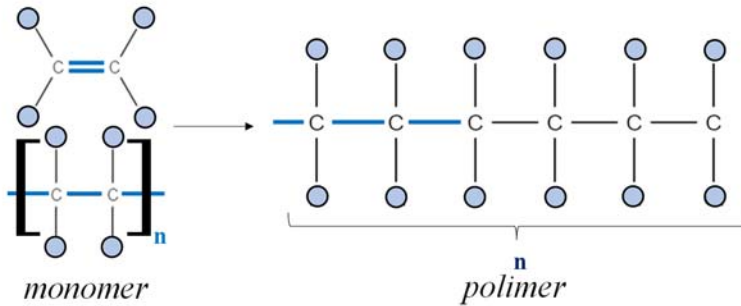
A polimerek azonos típusú atomcsoportból épülnek fel. Ezeket az építőelemeket nevezzük monomereknek. A monomerek között kémiai kötés jön létre (4. ábra).

Származásuk szerint lehetnek természetes és mesterséges polimerek.



3.1 Természetes polimerek

A természetes polimereket valamilyen élő szervezetből vonják ki, például az algátót tengeri algákból, a cellulózt fából, kenderből, gyapotból, a kitozánt pedig tengeri kagylókból. Ezeket főleg bőr és lágy szövet regenerálásához használják. Mivel természetes anyagok, így a környezetre sem jelentenek nagy terhelést.



4. ábra
A polimerek felépítése

3.2 Mesterséges polimerek

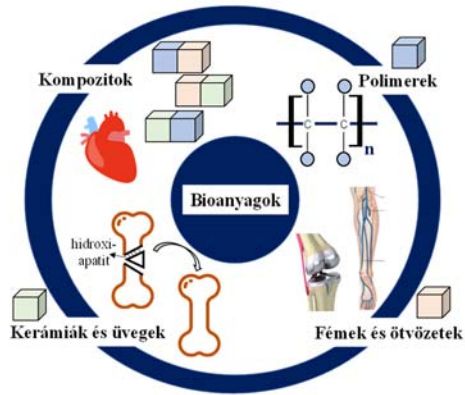
A mesterséges polimereket laboratóriumban állítják elő, és ezeket nem szokták szeretni. Orvosi szempontból mégis úgy kell rájuk gondolni, mint egy fantasztikus lehetőségre. Gondoljunk itt a kontaktlencsékre, amelyek sok ember életét könnyítették meg. Ezeknek mind rettenetesen bonyolult nevük van, ezért főleg a rövidítésük ismert, mint például a PMMA, HEMMA, PVA. A legismertebb ilyen anyag a szilikon. A szilikont ne tévesszük össze a szilíciummal (Si), ami ugyan része az anyagnak, de nem azonos vele. Ezt főleg lágy szövetek helyettesítésére használják. Itt mindenkinek eszébe jut, hogy „nézd, szilikonja van?”. De ne csak szépségeti beavatkozásként tekintsünk ezekre az anyagokra, hanem mint betegségben, balesetben elvesztett testrész pótlására is.

4. Kompozitok

Kompozitoknak nevezzük azokat az anyagokat, amelyekben legalább két önálló és egyedi tulajdonsággal rendelkező anyagot egyé kovácsolunk.



Az anyagok között kémiai kötés jön létre. Alkotóelemként használjuk az eddig ismert anyagokat, és létrehozunk a fém-kerámia, a kerámia-polimer és a polimer-fém kompozitokat. Előnyük, hogy kompozit anyagként az alkotó elemek fizikai és kémiai tulajdonságai jobban érvényesülhetnek. Ezzel növelni tudjuk az adott anyag felhasználási lehetőségeit. A kompozitok kémiai és fizikai tulajdonsága rendkívül változatos, így alkalmazási területük is széles körű.



5. ábra

Összegező ábra a bioanyagok típusairól és azok felhasználásáról

Biztosan hallottad már, hogy valaki rosszul lett, és úgy mentették meg az életét, hogy pacemaker helyeztek a szervezetébe. A pacemaker vagy szívritmus-szabályzó négy fő részből tevődik össze: csatlakozó-blokk, lítium-ion akkumulátor, vezeték és ház. A ház van közvetlen kapcsolatban a szervezettel, és gátat képez a szervezet és az elektronikai eszközök között. Régebben ez fémötvözetből készült, mely nehéz volt, valamint hajlamos volt a rozsdásodásra. Manapság ez egy sokkal könnyebb és korrózióállóbb kompozitból készül. Az érrendszeri betegségek esetén használt sztentekhez is fémötvözetek helyett korrózióállóbb fém-polimer kompozitokat használnak. A mesterséges porc, ínszalag és ízületi protézis mind olyan fizikai és kémiai tulajdonságokat igényel, amely megfelelően kiválasztott anyagokból létrehozott kompozitokkal érhető el.

Zárásként az adott fejezet részek fontosabb következtetéseit és megjegyezni valóit az 5. ábrán összegeztük.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetüket fejezik ki a PN-III-P1-1.1-TE-2019-1138 projekt anyagi támogatásáért. Magyarai Klára köszönetét szeretné kifejezni a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj program nyújtotta anyagi támogatásért.

Magyarai Klára, Tóth Zsejke-Réka

Babeş-Bolyai Tudományegyetem,
Interdiszciplináris Bio-Nano Tudományok Intézete