FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

CSONTPÓTLÓ GRANULÁTUMOK GEOMETRIAI TULAJDONSÁGA

PAMMER Dávid, BOGNÁR Eszter

Abstract

The aim of this research was to develop new evaluation method and measurement processes for different bone graft grains and to determine the geometric parameters of them. The following parameters were determined: the volume of bone grafts without pore, porosity, bone grafts mass density, liquid absorption ability. The measurement process basis on volume measuring, thanks to this the pressure does not influence the result of the measurement. As a result of these experiments, the geometric parameters can be calculated, and more detailed information of the available bone grafts in the market can be added.

Key words:

Geometry, density, bone grafts, granules, grain

Összefoglalás

A kutatás célja, hogy a csontpótló granulátumok geometriai paramétereinek meghatározására egy új mérési eljárást alkalmazzunk, amellyel a következő paramétereket tudjuk meghatározni: tiszta, pórusmentes térfogatát, porozitását, sűrűségét, folyadékfelvevő képességét. A mérési eljárás a térfogatomérésen alapul, amelynek köszönhetően a nyomásváltozás nem befolyásolja a mérési eredményt. A folyadékfelvevő képesség vizsgálatánál meghatároztuk azt a sűrűségi hibát, amely abból adódik, hogy a granulátum pórusait nem járja át teljesen a folyadék, valamint azt a folyadék tömeget, amely a nedvesítésből adódóan a granulátum felületén marad.

Kulcsszavak:

Geometria, sűrűség, csontpótló anyagok, granulátumok, szemcsék

1. Bevezetés

Napjainkban az implantológia egy igen fontos része a csontpótlás, ezért a csontpótló granulátumok fizikai paramétereinek ismeretére szükség van [1, 2]. A gyártók a felhasználók számára az adott csontpótló termékről a következő információkat adják: az alapanyag megnevezése, kiserelés, valamint a szemcsék mérettartománya. Nagyon ritka az olyan gyártó, amelyik a granulátum porozitásáról ad információt, pedig szükséges lenne ismerni még a csontpótló granulátum pórusmentes (tiszta) térfogatát és a folyadékfelvevő képességét is. Ezeknek az adatok ismeretében ugyanis következtetni lehet a csontpótló beépülésének hatékonyságára [3, 4].

2. Térfogatmérési módszer

Egy olyan mintánál, amelynek csak a tömegét és a befoglaló térfogatát ismerjük, nem lehet számításal meghatározni a tiszta térfogat és a hozzá tartozó sűrűségértéket, csak akkor, ha további méréseket végzünk. Az általunk kidolgozott mérési eljárás térfogatmérésen alapul, és ezért a nyomásváltozások nem befolyásolják a mérési eredményt. Maga a mérés szobahőmérsékleten végezhető és a rendelkezésre álló teret normál állapotú levegő tölti ki a kezdeti és vég állapotban. Az eljárásnak három szakasza van. Az egyes állapotokban mért adatok alapján a minta tiszta térfogatának értéke kiszámítható. A számítás során az ideális gáz állapotegyenletét alkalmazzuk.

$$p \cdot V = \text{áll} \quad (1)$$

A levezetés során látható, hogy a nyomásértékek kompenzáltak lesznek, ezért speciális állapotegyenletekre nincsen szükség. A mérés elvi elrendezése egy háromelemű rendszerből áll (1. ábra), ahol A egy merev falú állandó térfogatú térrész, C egy változtatható térfogatú merev falú térrész. B egy szeleppel ellátott A és C-t összekötő térrész. Az első állapotban a porózus mintát (V_2) az A-ba helyezve, V_1 , V_3 , V_4 térfogatú, légköri nyomású (p_1) levegő marad a rendszerben (2. ábra). A második állapotban a C térrész térfogatát megnövelve (3. ábra) az első állapotban lévő levegő mennyisége kitölti a V_1 , V_3 , V_4 , V_5 térfogatot, amelynek során a nyomás lecsökken (p_2). A harmadik állapotban a szelep zárva van. V_1 -ben és V_3 -ban kis mennyiségű levegő marad p_2 nyomáson. A C térrészben a kitágított levegő alapállapotba (p_1) visszatérve V_4 , V_6 térfogatot tölt ki (4. ábra).

1. ábra. A térfogatmérő rendszer vázlata.

3. ábra. II. állapot.

2. ábra. I. állapot.

4. ábra. III. állapot.

Ahhoz, hogy V_2 térfogatát meg lehessen határozni, a mérési elv során a következőket kell lemérni: Az A térrész térfogatát V_3 , V_4 , V_5 , V_6 térfogatokat. Ezek ismeretében a következő levezetés alapján V_2 értéke számítható.

Első és második állapot közötti összefüggés:

$$p_1 \cdot (V_1 + V_3 + V_4) = p_2 \cdot (V_1 + V_3 + V_4 + V_5) \quad (2)$$

$$p_2 = p_1 - \Delta p \quad (3)$$

A második és harmadik állapotok közötti összefüggés:

$$(p_1 - \Delta p) \cdot (V_4 + V_5) = p_1 \cdot (V_4 + V_6) \quad (4)$$

A (4)-et (2)-be behelyettesítve és az egyenletet V_1 -re rendezve:

$$Z = \frac{V_4 + V_6}{V_4 + V_5} \quad (5)$$

$$V_1 = \frac{Z}{1-Z} \cdot V_5 - V_3 - V_4 \quad (6)$$

A csontpótló granulátum tiszta térfogatának meghatározása az A térfogatrész ismeretében:

$$V_2 = A - V_1 \quad (7)$$

A mérési elv pontosságának elengedhetetlen feltétele, hogy $V_5 \gg V_1$. A tiszta térfogat (V_2) ismeretében a csontpótló granulátum porozitása és sűrűsége meghatározható.

3. Folyadékfelvevő képesség mérése

A porózus csontpótló granulátumoknál ismeretlen a felhasználók számára, hogy adott folyadékkal a granulátumokat összekeverve mekkora az a folyadék mennyiség, amely a nedvesítő hatásnak köszönhetően a granulátum felületén marad. Ennek meghatározása során a folyadék semmilyen külső behatás (nyomás, rázás, centrifugálás) nélkül kell, hogy kitöltse a granulátum pórusait. A mérési elv során az egyik módszerrel, a folyadékkal át nem járt pórusmennyiségre lehet következtetni, a másikkal pedig a granulátum által felvett folyadék mennyiségét lehet meghatározni.

Az első módszernél ismert a granulátum tömege (m_1), (5. ábra) és egy adott folyadék térfogata (V_f) és a tömege (m_f), (6. ábra). A granulátumot a folyadékkal felöntve (7. ábra) az elegy össztérfogata V_e és a tömege pedig m_e . A felhasznált folyadék térfogata (V_{2f}) és a tömege (m_{2f}) nem ismert. V_h az a térfogat, amelyet a folyadék nem jár át.

5. ábra. A granulátum tömege.

6. ábra. A folyadék tömege.

7. ábra. Az elegy tömege.

Az elegy sűrűség számítása:

$$V_f = V_e \quad (8)$$

$$\frac{m_2}{V_e} = \frac{m_1 + m_{2f}}{V_1 + V_h + V_{2f}} \quad (9)$$

A (9)-es képletből az m_{2f} értéke számítható valamint a térfogatmérési módszer során kiszámolt (7) V_2 segítségével (amelynek értéke jelen esetben megegyezik V_1 -el) $V_{2f} + V_h$ kifejezhető. Az m_{2f} mennyiségű folyadékra nem azt a sűrűség értéket fogjuk kapni, mint a $\rho_f = m_f / V_f$ esetben.

$$\rho_{hiba} = \frac{m_{2f}}{V_{2f} + V_h} \quad (10)$$

A két sűrűség hányadosából kapott viszonyszám megmutatja, hogy a csontpótló granulátumok esetében milyen arányban maradnak folyadékkal át nem járt zárványok (S_g - granulátum ür).

$$S_g = \left(1 - \frac{\rho_{hiba}}{\rho_f}\right) \cdot 100 \% \quad (11)$$

A második módszernél a granulátumok által felvett folyadékmennyiség tömegét lehet meghatározni, és a folyadék sűrűségének ismeretében a felvett mennyiség térfogata is kiszámítható.

$$m_{felvett} = m_2 - m_1 \quad (12)$$

A granulátum saját tömegének (m_1) meghatározása után (5. ábra) a granulátumot folyadékkal kell felönteni. A folyadékot majd a granulátumról le kell önteni (8. ábra), és az elegy tömegét (m_2) újra lemérni (9. ábra).

8. ábra. A folyadékkal felöntött granulátum.

9. ábra. A granulátum által felvett folyadék mennyiség.

4. Következtetések

A mérési eljárásokkal a csontpótló granulátumok geometriai paramétereit és a folyadékfelvevő képességét meg lehet határozni. A továbbiakban valós mérésekkel kell igazolni az eljárások pontosságát.

Irodalom

- [1] Dr. Matusovits Danica: *Dentális implantátumok összeintegrációjának és irányított csontregenerációban használt bioanyagok csontképződést segítő hatásának vizsgálata*, Phd értekezés tézisei, Szeged, 2009, 1-12.
- [2] Chiara Renghini, és mások: *Micro-CT studies on 3-D bioactive glass-ceramic scaffolds for bone regeneration*, Acta Biomaterialia 5, 2009, 1328-1337.
- [3] Lester F. Wilson, Thomas Buckland: *Comparative performance of three ceramic bone graft substitutes*, The Spine Journal 7, 2007, 475-490.
- [4] A. Seth Greenwald, és mások: *Bone-Graft Substitutes: Facts, Fictions & applications*, American Academy of Orthopaedic Surgeons 73rd Annual Meeting, Chicago, Illinois, March 22 – 26, 2006.

Pammer Dávid, PhD-hallgató

Munkahely: BME, Anyagtudomány és Technológia Tanszék

Cím: 1111, Magyarország, Budapest, Bertalan L. u. 7. MT épület

Telefon / Fax: +36 1 463-1234 / +36 1 463-1366

E-mail: dav.pammer@gmail.com