BONE GRAFT ALTERNATIVES

An essay

Submitted for partial fulfillment of
Master degree in orthopaedic surgery

By
Mohamed Hamdy Abdel Hamid Ahmed
M.B, B .CH

Under the supervision of:

Prof . Dr .Timour Fikry El-Husseini
Professor of orthopaedic surgery
Faculty of medicine
Ain Shams University

Dr . Ahmed Hassan Yousry
Lecturer of orthopaedic surgery
Faculty of medicine
Ain Shams University

Faculty of medicine
Ain Shams University
2008

(قـــالوا سبحـــانك لا علـم لنا إلا ما علمـتنا إنـك أنـت العليــم الحكيــم)

"صدق الله العظيم"
سورة البقرة آية رقم (32)

بسم الله الرحمن الرحيم

ACKNOWLEDGEMENT

After all the deserved thanks to ALLAH, I would like to express my gratitude and appreciation to Prof. Dr. Timour Fikry El-Husseini, Professor of orthopaedic surgery, Ain Shams University, for his support, encouragement and guidance throughout the course of this work.

I wish to express my grateful thanks to Dr. Ahmed Hassan Yousry, Lecturer of orthopaedic surgery, Ain Shams University for his guidance, encouragement and assistance.

This study would have not come into light without their remarkable thoughts and notable orientation.

Finally, I would like to thank the members of orthopaedic department Ain Shams University for their help.

Mohamed Hamdy Abdel Hamid Ahmed

BONE GRAFT ALTERNATIVES

An essay

Submitted for partial fulfillment of
Master degree in orthopaedic surgery

By
Mohamed Hamdy Abdel Hamid Ahmed
M.B, B .CH

Under the supervision of:

Prof . Dr .Timour Fikry El-Husseini
Professor of orthopaedic surgery
Faculty of medicine
Ain Shams University

Dr . Ahmed Hassan Yousry
Lecturer of orthopaedic surgery
Faculty of medicine
Ain Shams University

Faculty of medicine
Ain Shams University
2008

Introduction

Bone grafts are bones that are transplanted from one area of the skeleton to another to augment bone healing and provide stability after orthopaedic surgery. (1)

Autograft (formerly called homograft) refers to bone taken from one anatomic site and transplanted to another site in the same individual. As this transfer contains live osteocytes, autograft is considered the most osteogenic material. Allograft (formerly termed heterograft) refers to bone transplanted from one member of a species to another and is both osteoinductive and osteoconductive, but to a lesser degree than autograft. (2)

Bone graft alternatives were reviewed to their efficacy in extending or replacing bone graft sources in orthopaedic surgery such as demineralized bone matrix, ceramics and synthetic implants. (1)

Demineralized Bone Matrix (DMB) represent an extreme form of allograft processing and is prepared by decalcification (acid extraction) of cortical bone to leave collagen, non collagenous proteins and growth factors in continuity as a composite. Ceramics comprise another large family of bone graft alternatives and there are several types of ceramic implants available. (2)

There are two kinds of bone cements for orthopaedic procedures: conventional cement polymethylmethacrylate (PMMA) and bioabsorbable composites. (3)

The use of allogenic mesenchymal stem cells to regenerate bone without the need for immunosuppressive therapy may be alternative to autologous and allogenic bone grafting procedures. (4)

Researches are directed to using composite grafting materials such as demineralized bone matrices, bone morphogenic proteins and ceramics mixed with bone marrow to stimulate bone healing before the latter has been standardized for clinical application. (5)

Composites comprise the most rapidly expanding category of bone graft alternatives. With composites, the favorable properties of different materials are incorporated in a single compound. (2)

Each of these alternatives could possibly be combined with autologous bone marrow or various growth factors. Although none of the presently available substitutes provides all the three fundmental properties of autologous bone graft (osteogenicity, osteoconductivity and osteoinductivity), there are number of situations in which they have been proven to be clinically useful especially when autologous bone graft is limited in supply or when acceptable rates of fusion may be achieved with these substitutes. (1)

Aim of the essay

The aim of this work is to review the literature regarding the assessment of bone graft alternatives as a method of bone reconstruction in orthopaedic surgery to increase the rate of success and to reduce the rate of complications.

References

1- Vaccaro A, Chiba K: Bone grafting alternatives in spinal surgery. J Spine, May-June 2002; 2(3): 206-215.

2- Eeric T, Harry N, Herkowitz: Alternatives to autologous bone harvest in spinal surgery. J Ortho Trauma, 1999; 12: 77-88.

3- Yetkinler D, McClellan R, Reindel E, Carter D, Poser R: Biological comparison of conventional open reduction and internal fixation versus calcium phosphate cement fixation of a central depressed tibial plateau fracture. J Ortho Trauma, 2001; 15: 197-206.

4- Arinzeh T, Peter S, Archambault M, Van Den B, Gordon S, Kraus K: Allogenic mesenchymal stem cells regenerate bone in a critical-sized canine segmental defect. J Bone Joint Surg, 2003; 85A: 1927-35.

5- El-Husseini T.F: Percutaneous bone marrow transplantation in the treatment of delayed and non-union of long bones. Orthop Trauma. J Pan Arab, 1998; 2(1): 27-35.

الهدف من الرسالة

تهدف هذه الرسالة إلى إلقاء الضوء على إستخدام بدائل الرقعة العظمية في جراحات العظام لإعادة بناء العظام لزيادة معدل النجاح وتقليل المضاعفات.

المقـدمـــة

الرقع العظمية: هي العظم المنقول من جزء من الهيكل العظمى إلى جزء آخر ليساعد على إلتئام العظام وتثبيتها بعد جراحات العظام. (1)

تشير الرقعة العظمية الذاتية (والمسماة سابقا بالرقعة المتجانسة) إلى العظم المأخوذ من مكان تشريحى والمنقول إلى مكان آخر فى نفس الشخص. وبما أنها تحتوى على خلايا عظمية حية لذا تعد الرقعة العظمية الذاتية أكثر مادة مكونة للعظام. تشير الرقعة العظمية الغير الذاتية (والمسماة سابقا بالرقعة المغايرة) إلى العظم المنقول من شخص من رتبة معينة إلى شخص آخر وهى تعتبر حاثة وموصلة للعظام ولكن بدرجة أقل من الرقعة العظمية الذاتية. (2)

وقد أعيد النظر فى بدائل الرقعة العظمية لفاعليتهم فى توسيع أو إستبدال الرقعة العظمية الذاتية فى جراحات العظام. وبدائل الرقعة العظمية هم قوالب العظم الغير ممعدنه والسيراميك والرقع التركيبية. (1)

تمثل قوالب العظم الغير ممعدنه صورة مفرطة للرقعة العظمية الغير ذاتية ويتم إعدادها بالتجرد من الكلس بالعظم اللحائى لتترك هذه العملية الكولاجين والبروتينات الغير كولاجينية وعوامل النمو فى إندماج مستمر. يشمل السيراميك مجموعة كبيرة أخرى من بدائل الرقعة العظمية وتوجد منه أنواع عديدة متاحة. (2)

الأسمنت العظمى نوعان وهما الأسمنت التقليدى (بولى ميثيل ميثا أكريلات) والمركبات الممتصة بيولوجيا. (3)

إن إستخدام خلايا جذعية بنائية غير ذاتية لإعادة بناء العظام بدون إستخدام الأدوية المثبطة للمناعة قد يكون بديلا للترقيع العظمى الذاتى والغير ذاتى. (4)

تتجه كثير من الأبحاث إلى دمج مواد الترقيع العظمى مثل قوالب العظم الغير ممعدنه والبروتين المشكل للعظام والسيراميك مع النخاع العظمى لإستثارة إلتحام العظام قبل أن يصبح الأخير هو الحل النموذجى فى الإستخدامات الطبية. (5)

تشمل المركبات العظمية الفئة الأسرع إتساعا فى بدائل الرقعة العظمية. وقد دمجت الخصائص المفضلة للمواد المختلفة بها فى مركب واحد. (2)

كل من هذه البدائل العظمية يمكن أن يتحد مع النخاع العظمى الذاتى أوعوامل النمو العديدة. وبالرغم من أن البدائل العظمية الموجودة حاليا لا تتوافر بها الثلاث خصائص الرئيسية للرقعة العظمية الذاتية معا وهم القدرة على تكوين العظام وتوصيلها وحث سرعة إلتئامها إلا أنه توجد بعض الحالات العملية النى تم إستخدامها فيها وخاصة عندما تكون مصادر الرقعة العظمية الذاتية محدودة أوعند وجود معدلات مقبولة لإندماج العظام بواسطة هذه البدائل. (1)

بدائل الرقعـة العظمـية

توطئة للحصول على درجة الماجستير
فى جراحة العظام

مقدمة من

الطبيب/ محمد حمدى عبد الحميد أحمد
بكالوريوس الطب والجراحة
كلية الطب ـ جامعة المنصورة

تحت إشراف

الأستاذ الدكتور / تيمور فكرى الحسينى
أستاذ جراحة العظام
كلية الطب ـ جامعة عين شمس

الدكتور / أحمد حسن يسرى
مدرس جراحة العظام
كلية الطب – جامعة عين شمس

كلية الطب
جامعة عين شمس
2008

Contents

Subject
• Introduction.
• Definition and types of bone graft.
• Types of bone graft alternatives: 1. Osteobiologics. 2. Osteoinductive bone graft alternatives. 3. Osteoconductive bone graft alternatives. 4. Bone marrow autologous transplantation. 5. Gene therapy. 6. Indications, advantages and drawbacks of bone graft alternatives.
• Summary and Conclusion.
• References.
• Arabic summary.

List of abbreviations

A/W	Apatite—Wollastonite
BMA	Bone Marrow Aspirate
BMAT	Bone Marrow Autologous Transplantation
BMPs	Bone Morphogenic Proteins
CaP	Calcium Phosphate
CPC	Calcium Phosphate Cement
DBM	Demineralized Bone Matrix
ECM	Extracellular matrix of bone
ESCs	Embryonic Stem Cells
FDA	Food and Drug Administration
FGF	Fibroblast Growth Factor
HA	Hydroxyapatite
HAC	Hydroxyapatite Coralline
HSCs	Haematopoietic Stem Cells
HTR	Hard-Tissue-Replacement
IBT	Inflatable Bone Tamps
IGF	Insulin-like Growth Factor
IVF	In-Vitro Fertilization
4-META	4-Methacryloyloxyethyl Trimellitate Anhydride
MSCs	Mesenchymal Stem Cells
Norian S	Norian Skeletal Repair System

OP Osteogenic Proteins

PDGF Platelet-Derived Growth Factor

PHEMA Polyhydroxyethylmethacylate

PMMA Polymethymethacrylate

SCNT Somatic Cell Nuclear Transfer

SIADH Syndrome of Inappropriate Secretion of AntiDiuretic Hormone

SiO2 Silicon Dioxide

TCP Tricalcium Phosphate

TGF Transforming Growth Factor

TNF Tumour Nectotic Factor