

局部置換人工髖關節設計與分析

陳耀德、李佳言

E-mail: 9706072@mail.dyu.edu.tw

摘要

隨著年紀的增長，因關節磨耗退化造成許多疾病，人工髖關節發展至今已相當成熟，成為治療關節磨耗退化的另一種方法。近幾年微創手術廣泛應用在人工關節上，縮短手術流程減少骨頭的切除量為目前主流。患者需要的是更快的復元時間，以及人工關節置換後傷口較小的要求。本研究設計三種局部置換人工髖關節並加入符合上述的客製化的觀念。人工髖關節植入之後，壓力會集中在植入物部分，股骨近端會因為負荷減少造成骨重塑或萎縮的現象，而且當植入物和骨骼的相對位移量大時，在植入物和骨骼間的介面會產生纖維化的軟組織，提高人工髖關節置換手術後發生鬆脫機率。本研究採用有限元素分析方法，模擬分析生醫材料植入物與股骨的應力分佈情形，並以人體步態受力負荷，探討植入物與股骨頭之間的穩定度情形，同時觀察剪應力(Tresca)對螺絲影響。由分析結果得知，採用股骨頭形狀客製化的設計，在Von Mises應力分佈，穩定度分析，螺絲剪應力的模擬分析下，各方面的數值都比制式化設計較佳。材料的分析結果，股骨頭為鈷鉻鉬合金較佳。

關鍵詞：局部置換人工髖關節 有限元素分析 關節磨耗退化 客製化

目錄

封面內頁	
簽名頁	
授權書	iii
中文摘要	iv
英文摘要	v
誌謝	vi
目錄	vii
圖目錄	x
表目錄	xiii

第一章 緒論

- 1.1 研究背景 1
- 1.2 髖關節結構 1
- 1.3 髖關節病理 5
- 1.4 微創手術 6
- 1.5 研究動機與目的 8

第二章 理論與文獻回顧

- 2.1 金屬材料種類 9
- 2.2 鈦合金 9
 - 2.2.1 鈦合金機械性質 12
- 2.3 鈷鉻鉬合金 13
 - 2.3.1 鈷鉻鉬合金機械性質 16
- 2.4 不鏽鋼 18
 - 2.4.1 不鏽鋼機械性質 20
- 2.5 金屬植入衍生的問題 20
 - 2.5.1 磨耗 22
 - 2.5.2 腐蝕 23
 - 2.5.3 金屬析出物危害 24
 - 2.5.4 生物相容性 25

第三章 研究方法與原理

- 3.1 人工關節設計過程 29
 - 3.1.1 CT影像轉檔 29

3.1.2繪製實體	31
3.1.3工程圖	33
3.1.4加工流程	39
3.2加工性質驗證	40
3.2.1 粗糙度試驗	40
3.2.2 真圓度試驗	42
3.3有限元素分析	42
3.4人工髖關節材料應力效應	44
3.4.1 研究材料	44
3.4.2 靜態負載條件與邊界條件	46
3.4.3 網格模型建立	48
3.5 股骨柄頭穩定度分析與剪應力對螺絲的影響	50
3.5.1 研究材料	50
3.5.2 動態負載條件與邊界條件	51
第四章 結果與討論	
4.1不同材料配合von Mises 應力分析結果與份佈	53
4.1.1 股骨柄頭von Mises應力分析結果	53
4.1.2 硬質骨von Mises應力分析結果	57
4.1.3 鬆質骨von Mises應力分析結果	61
4.1.4 整體von Mises應力分析結果	64
4.2人工髖關節股骨柄頭穩定度分析	65
4.3剪應力(Tresca)對螺絲的影響結果	69
第五章 結論與未來展望	
5.1 結論	72
5.2 未來展望	73
參考文獻	74

參考文獻

- [1] 劉姿伶 全人工關節髖臼杯力學穩定度之探討 國立成功大學醫學工程研究所 碩士論文 pp.2-6 2003。
- [2] Crowninshield, R. D., Pederson, D. R. and Brand, R. A.(1980) A measurement of proximal femur strain with total hip arthroplasty. *J.Biomech. Eng.* 102, 230-233.
- [3] Zimmer Taiwan 台灣捷邁醫療器材股份有限公司網站。
- [4] <http://des.cmu.edu.cn/jiaoxue/kecheng/jiepo/jubu/08/8241.htm>網站。
- [5] 施國正 成人常見的髖關節疾病 行政院衛生署新竹醫院副院長2002。
- [6] 撰稿:沈尚良 口述:林啟禎 骨科微創手術 成大醫院骨科部主任 2007。
- [7] <http://www.camis.com.tw/4.htm>網站。
- [8] Robinson, O. P., *Ancient Rome: City Planning and Administration*, London, New York, 1992.
- [9] R. A. Wood, *Titanium Alloy Handbook*, Metals and Ceramics Information Center Battelle, Publication No. MCIC-HB-02, December 1972.
- [10] E. W. Collings and J. C. Ho, Physical Properties of Titanium Alloy, in the Science, Technology and Application of Titanium, in: R. I. Jaffee, N.E. Promisel (Eds.), *Proc. First Int. Conf. on Titanium*, London, Pergamon Press, Oxford, 1970, pp.331.
- [11] Mann, K.A., Bartel, D. L. and Ayers D. C. (1997) Influence of stem geometry on mechanics of cemented femoral hip components with a proximal bond, *J. Orthop. Res.* 15, 700-706.
- [12] Mann, K.A. and Bartel, D. L. (1995) Coulomb frictional interfaces in modeling cemented total hip replacement: a more realistic model, *J. Biomech.* 9, 1067-1078.
- [13] Song J, Gelin J C, Barrikre T, Liu B. Experiments and numerical modelling of solid state sintering for 3 16L stainless steel components. *Journal of Materials Processing Technology*, 2006, 177, 352-355.
- [14] Dobbs, H. S., and Scales, J. T., "Behavior of Commercially Pure Titanium and Ti-318 (Ti-6Al-4V) in Orthopedic Implants," ASTM, Philadelphia, pp. 173-186, 1983.
- [15] van der Voet, G. B., Marani, E., Tio, S., and de Wolff, F. A., "Aluminium Neurotoxicity," *Histo and Cyto-Chemistry as a Tool in Environ. Toxicol.*, Stuttgart, Germany, pp. 235-242, 1991.
- [16] 黃信華 生醫鈦合金在不同溫度及應變速率下之機械與微觀特性反應 國立成功大學機械工程學系碩士論文 pp 4-7 2006。
- [17] R. Boyer, G. Welsch, E. W. Collings. "Materials Properties Handbook: Titanium Alloys," Materials Park, OH ; ASM International, 1994.。

- [18] T. P. Schmalzried, J. J. Callaghan, "Current concepts review: wear in total hip and knee replacements", *J. Bone Joint Surg B*, 81: 115-36, 1999.
- [19] 許獻中 鍛造高氮鈷-鉻-鈾生醫合金磨耗性質之研究 國立臺灣大學材料科學與工程學研究所 碩士論文 pp 3-9 2000。
- [20] http://benz.nchu.edu.tw/~skyen/_74.htm 網站。
- [21] M. Baleani, L.Cristofolini and M.Viceconti, "Endurance testing of hip prostheses : a comparison between the load fixed in ISO 7206 standard and the physiological loads " *Clinical Biomechanics*, Vol.14, pp.339-345, 1999.
- [22] L. C. Clarke, H. A. McKellop, P. McGuire, R. Okuda, and E. Ebramzadeh, " In vivo wear of titanium alloy hip prostheses, " *J. Bone Joint Surg.*, 72A, 512-517, 1990.
- [23] J. O. Galante and W. Rostocker, " Wear in total hip prostheses: An experimental evaluation of candidate materials, " *Acta Orthop. Scand.*, 145, 6-46, 1973.
- [24] K. Merritt, S. A. Brown, *J. Biomed. Mater. Res.*, 22, 111, 1998.
- [25] R. L. Williams, S. A. Brown, K. Merritt, *Biomaterials*, 9, 181, 1988.
- [26] I. G. Macara, " Vanadium, an element in search of a role, " *Trends Biochem. Sci.*, 5, 92-95, 1980.
- [27] J. M. Haguenoer and D. Furon, " Toxicologie et Hygiene Industrielle, Les Derives Mineraux, " vols I and II, *Technique et Documentation*, Paris.
- [28] E. Merian, " Metalle in der Umwelt: Verteilung, Analytik und biologische Relevanz, " *Verlag Chemie*, Weinheim.
- [29] H. Tomas, G. S. Caevalho, M. H. Fernandes, A. P. Freire, and L. M. Abrantes, " Effects of Co-Cr corrosion products and corresponding separate metal ions on human osteoblast-like cell cultures, " *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 7, 291-296, 1996.
- [30] H. S. Dobbs and M. J. Minski, " Metal ion release after total hip replacement, " *Biomaterials*, 1, 193-198, 1980.
- [31] P. R. Bouchard, B. Jonathan, B. A. Albrecht, R. E. Kaderly, J. O. Galante, and B. U. Pauli, " Carcinogenicity of CoCrMo(F-75) implants in the rat, " *J. Biomed. Mater. Res.* 32, 37-44, 1996.
- [32] S.E. Lynch R.J. Genco, and R.E Marx *Tissue engineering: applications in maxillofacial surgery and periodontics*. Quintessence Publishing Co, Inc, p 84 1999.
- [33] G.k.H Fallschuessel, Ensoale impalntate. In Fallschuessel GKH (ed): *Zahnarztliche Implantologie, wissenschaft und praxis*. Quintessence Verlags Gmbh, Berlin. 1986.
- [34] 蘇建榮 針對不同表面處理之鈦合金骨螺絲作生物親和性的評估 國立成功大學醫學工程學系碩士論文pp.5.6 2000。
- [35] 林上智 局部置換人工關節設計 國立中央大學生醫工程研究所2008。
- [36] <http://www.arthrosurface.com/learnHemiCap.html>.
- [37] Yuan-Chiao Lu Chih-Han Chang Shou-I Chen Ruey-Mo Lin Shih-Hao ;ChenA Three-Dimensional Finite Element Analysis of the Retrograde Intramedullary Nail in Simple Transverse Fracture of Distal Femur ; 國立成功大學醫學工程研究所 國立成功大學醫學中心骨科部 高雄長庚醫院骨科部 pp.4 2002。
- [38] Maxian, T.A. " Development and application of a finite element formulation for estimating sliding wear in total hip arthroplasty. " Ph.D. Thesis, The university of Iowa, 1997.
- [39] Hai-bo Jiang Static and Dynamic Mechanics Analysis on Artificial Hip Joints with Different Interface Designs by the Finite Element Method *Journal of Bionic Engineering* 4 (2007) 123-131.
- [40] R. C. Juvinall and K. M. Marshek, *Fundamentals of Machine Component Design*, 3rd ed., John Wiley & Sons.