MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE DJILLALI LIABES SIDI BEL ABBES

FACULTE DES SCIENCES DE L'INGENIEUR

RESUME DE THESE DE DOCTORAT

Nom & Prénom(s)	FLITTI Abdelmadjid
E-mail (obligatoire)	flitta78@gmail.com
Spécialité	Génie mécanique
Titre	Modélisation numérique du comportement mécanique en rupture sous des charges dynamiques des prothèses totales de hanche.
Date de soutenance	04/12/2013
Nom, prénom(s) et grade de l'encadreur	Professeur OUINAS Djamel

Résumé :
La résistance mécanique de la prothèse totale de hanche (PTH) et en particulier la qualité d'adhérence entre l'implant et l'os dépend principalement de la nature du ciment orthopédique utilisé et de ses caractéristiques mécaniques et géométriques. Par conséquent, le comportement en rupture du ciment est déterminant pour la durée de vie d'une PTH. Ce travail s'inscrit dans ce contexte, et vise à étudier les critères de propagation de la fissure dans le ciment par la méthode des éléments finis sous l'effet de charge dynamique et statique.

Dans le cadre de ce travail, nous mènerons d'abord une étude sur l'effet de quelques paramètres du design de la PTH sur la répartition de contraintes dans cette dernière. Ensuite, nous analyserons la propagation des fissures dans le ciment fixant la tige de la PTH sous l'effet de deux charges statiques : une charge concentrée et une charge répartie. Les résultats obtenus évoquent qu'une fissure localisée à la partie distale de la zone extérieure est la plus exposée aux grands risques de propagation.

La troisième partie de ce travail concerne l'étude de l'effet d'une porosité circulaire dans le ciment orthopédique sur le comportement mécanique en statique d'une prothèse totale de hanche, et ceci dans le ciment au niveau de l'acetabulum et dans le ciment au niveau du fémur. Ainsi, nous estimons les contraintes principales sur le contour de la porosité en fonction de sa position dans le ciment. Pour étudier, ensuite, les critères de propagation d'une fissure émanant d'une porosité qui se trouve dans plusieurs parties du ciment.

L'effet de l'activité du sujet sur le comportement en rupture en dynamique est l'objet de la quatrième partie de ce travail. Les résultats obtenus ont montré que la descente de l'escalier engendre les plus grandes valeurs de facteurs d'intensité de contraintes (FIC) par rapport à la marche normale et à la montée des escaliers.

Finalement, nous avons effectué la même étude que la troisième partie, signalée précédemment, mais cette fois sous l'effet d'une charge dynamique due à la marche normale d'un sujet de 90Kg de poids. Au terme de cette partie, nous avons constaté que les FIC dépendent de la position de la cavité et de l'orientation de la fissure émanant de cette cavité.

Mots clés : Prothèse totale de hanche (PTH), fissure, porosité, ciment, Contraintes, Facteur d'Intensité de Contrainte (FIC), cupule, Analyse par éléments finis.

Abstract

The mechanical resistance of the total hip prosthesis and particularly the adhesion quality between the implant and the bone depend primarily on the nature of the cement used and its mechanical and geometrical characteristics. Therefore, the fracture behaviour of the cement is decisive for the life span of the THP. This work is in this context, and aims to study the criteria of crack propagation in the cement is presented using the finite element method under the influence of dynamic and static load.

In this research, we first conduct a study on the effect of some parameters of the design of the prosthesis on the stress distribution in the THP. Next, we analyze the propagation of cracks in the

RESUME DE THESE DE DOCTORAT

cement attaching the stem of the prosthesis under the effect of two static loads: a concentrated load and a distributed load. The results suggest that a crack located in the distal part of the outer zone is more exposed to greater risk of spread.

The third part of this work concerns the study of the effect of the circular porosity in the bone cement on the static mechanical behavior of a total hip replacement, and this in the cement in the acetabulum and the cement in the femur. Thus, we estimate the principal stresses on the contour of the porosity according to its position in cement. To study, then the criteria for crack propagation emanating from the cavity which is found in many parts of the cement.

The effect of patient activity on dynamic fracture behavior is the subject of the fourth part of this work. The results have shown that the descent of stairs leads to larger values of stress intensity factors (SIF) compared to normal walking and stair climbing.

Finally, we conducted the same study as the third part, previously reported, but this time the effect under of dynamic load due to the normal gait of a patient of 90Kg weight. At the end of this section, we found that the SIF depend on the position of the cavity and the orientation of the crack emanating from the cavity.

Key words: Total hip prosthesis (TPH), Stress intensity factor (SIF), Crack, porosity, Cement, Finite element analysis.

ملخص

إن المقاومة الميكانيكية لمفصل الورك الاصطناعي وعلى وجه الخصوص نوعية الالتصاق بين المفصل المثبت والعظم تعتمد بشكل رئيسي على نوع الاسمنت العظمي المستخدم وخصائصه الميكانيكية والهندسية .و عليه، فان سلوك الاسمنت اثر التشققات له عظيم الأثر على حياة المفصل . في هذا الإطار يندرج هذا العمل، و الذي يهدف إلى دراسة معايير انتشار الشقوق في الاسمنت العظمي باستخدام طريقة العناصر المتناهية وذلك تحت تأثير قوى ساكنة وديناميكية.

في هذا البحث، نبتدئ بدراسة تأثير بعض عوامل تصميم المفصل الورك الاصطناعي على توزيع الإجهادات في هذا الأخير. لنحلل بعدها انتشار الشقوق الموجودة في الاسمنت المثبت لساق المفصل تحت تأثير نوعين من القوى: الساكنة المركزة و الموزعة على رأس المفصل. وتشير النتائج المحصلة إلى أن التشققات الموجود في الجزء الأبعد من الاسمنت عن رأس المفصل هو الأكثر عرضة لمخاطر الانهيار.

الجزء الثالث من هذا العمل يتعلق بدراسة تأثير مسامات الإسمنت العظمي على سلوكه الميكانيكي تحت وطأة قوى ساكنة، وذلك في الاسمنت الموضوع في التجويف الحقي ثم في الاسمنت الموضوع في تجويف عظم الفخذ. من اجل ذلك نقدر الإجهادات الرئيسية على حواف المسامة وفقا لموقعها في الأسمنت. لندرس من ثم إمكانية انتشار تشقق منطلق من مسامة و ذلك في أنحاء متفرقة من الأسمنت.

أثر النشاط الممارس على السلوك الديناميكي للاسمنت اثر التشققات هو موضوع الجزء الرابع من هذا العمل. وقد أظهرت النتائج أن نزول السلالم يؤدي إلى قيم أكبر لمعامل شدة الإجهاد مقارنة بالمشي العادي وصعود السلالم .

وأخيرا، أجرينا دراسة مماثلة لدراسة الجزء الثالث، المذكورة أنفا، ولكن هذه المرة تحت تأثير قوى ديناميكية ناجمة عن نشاط المشي العادي لمريض ذي 90 كلغ من الوزن و قد أسفرت النتائج أن قيمة معامل شدة الإجهاد تعتمد على موضع المسامة وتوجه الشق المنبثق عنها.

كلمات مفتاحية : مفصل الورك الاصطناعي ، مسامة، شقوق، الإجهادات ، معامل شدة الإجهاد، الاسمنت العظمي ، طريقة العناصر المتناهية .