UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

INTERUNIDADES BIOENGENHARIA

**ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO
INSTITUTO DE QUÍMICA DE SÃO CARLOS**

Propriedades mecânicas da sínfise púbica e do ligamento cruzado anterior de ratas prenhes e não-prenhes sob ensaio mecânico de tração.

FERNANDO BORGES FERREIRA

**SÃO CARLOS
2006**

FERNANDO BORGES FERREIRA

Propriedades mecânicas da sínfise púbica e do ligamento cruzado anterior de ratas prenhes e não-prenhes sob ensaio mecânico de tração.

Dissertação de mestrado
apresentada ao programa de pós -
graduação Interunidades Bioengenharia
- Escola de Engenharia de São Carlos/
Faculdade de Medicina de Ribeirão
Preto/ Instituto de Química de São
Carlos da Universidade de São Paulo,
como parte dos requisitos para obtenção
do título de mestre em Bioengenharia.

Orientador: Prof. Dr. José Batista Volpon.

**SÃO CARLOS
2006**

FICHA CATALOGRÁFICA

Ferreira, Fernando Borges.

Propriedades mecânicas da sínfise púbica e do ligamento cruzado anterior
ratas prenhes e não-prenhes sob ensaio
mecânico de tração/Fernando Borges Ferreira -- São Carlos, 2006.

Dissertação (Mestrado) -- Interunidades Bioengenharia - Escola de
Engenharia de São Carlos, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto e
Instituto de Química de São Carlos - Universidade de São Paulo, 2006.

Área: Bioengenharia.

Orientador: Prof. Dr. José Batista Volpon.

1.Gravidez. 2. Propriedades mecânicas. 3.Hormônios. 4.Ligamento. 5.
Sínfise púbica. 6. Ratas. I.Título

AGRADECIMENTOS

*Aos meus pais, **Zezinho e Neide.***

*Aos meus irmãos, **Alexandre e Eduardo.***

*Ao meu Sobrinho e as minhas cunhadas, **Gustavo, Karina e Iara.***

A Deus por ter me proporcionado elaborar este trabalho.

Ao professor José B. Volpon, pela oportunidade que me foi dada, pelos ensinamentos e pela sua participação ativa.

Aos funcionários do Laboratório: Terezinha, Francisco e Luiz Henrique pela amizade sincera, ao engenheiro Moro pela colaboração.

Aos amigos do curso de Fisioterapia do Centro Universitário do Norte Paulista – UNORP, pelo incentivo na realização deste trabalho.

A todos meus agradecimentos.

RESUMO

FERREIRA, F.B. Propriedades mecânicas da sínfise púbica e do ligamento cruzado anterior de ratas prenhes e não prenhes sob ensaio de tração, Ribeirão Preto, 2006. 72 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos/Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2006.

Os ligamentos são estruturas estabilizadoras estáticas das articulações e desempenham um papel importante na junção mecânica. Podem ser influenciadas por fatores de diversas naturezas, inclusive adaptações sofridas durante o período puerperal. Na gravidez existem grandes modificações hormonais que preparam o organismo materno para o desenvolvimento do embrião e feto, bem como para a parturição. Assim, sob ação hormonal os ligamentos e a sínfise púbica têm suas características mecânicas alteradas preparando a mãe para o parto. Este trabalho teve por objetivo caracterizar mecanicamente as modificações sofridas na sínfise púbica e no ligamento cruzado anterior do joelho, durante

a gestação e na fase final. Para o estudo foram utilizadas 44 ratas da raça Wistar, com massa corporal inicial média de 301.1 / 8,1g e idade aproximada de 100 dias. Os animais foram divididos em três grupos experimentais: o grupo controle, grupo prenhez I e o grupo prenhez II. Para constituição do grupo prenhez I e II, fêmeas férteis foram acasaladas com machos e o coito foi comprovado pela presença de espermatozoides no lavado vaginal obtido da fêmea. Confirmando a prenhez, os animais foram mantidos em gaiolas até o décimo sexto dia para o grupo prenhez I e sacrificados, para o grupo prenhez II foi esperado até o vigésimo dia de gestação e sacrificados, sendo coletados a pelve e os joelhos de ambos os grupos. Após preparo, a sínfise púbica e o ligamento cruzado anterior do joelho foram ensaiados mecanicamente em tração, com obtenção dos seguintes parâmetros: carga no limite máximo e rigidez. Os resultados comparados com as fêmeas controles não prenhes mostraram que para a sínfise púbica houve aumento da rigidez e diminuição da carga no limite máximo. Para o ligamento cruzado anterior não houve diferença significativa entre os grupos.

Palavras-chave: gravidez; propriedades mecânicas; hormônios; ligamento; sínfise púbica; ratas.

ABSTRACT

FERREIRA, F.B. Mechanical properties of pubic sinfisis and anterior cruciate ligament from pregnancy mices and non pregnancy under traction trial, Ribeirão Preto, 2006. 72 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos/Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2006.

Ligaments are static stabilizer structures of the joints and play an important role in the mechanical junction. They may be influenced by factors of several natures, including adaptations suffered during the puerperal period. There are in pregnancy big hormonal modifications that prepare the maternal organism for the embryo and fetus development, as well to parturition. Thus, under hormonal actions the ligaments and the pubic sinfisis have their mechanical features shifted preparing the mother for the labor. This paper aimed to point out the shifts occurred by the pubic sinfisis and by the knee anterior cruciate ligament during pregnancy and in the final phase.

For the study were used 44 mice Wistar breed, corporal average mass of 301,1 / 8,1g and approximated age of 100 days. They were divided into 3 experimental groups: control group, pregnancy I group and pregnancy II group. For the disposition of the control group, the animals were expected to complete 120 days, then sacrificed and collected the pelvis and the knees. For pregnancy group I and II, fertile females were mated with males and the coitus was proved with the presence of spermatozoids in the vaginal washed obtained from the female. Once confirmed pregnancy, the animals were kept in cages until the 16th day for pregnancy group I and so only collected the animal's pelvis. For pregnancy group II was expected until the 23rd day of pregnancy and sacrificed, being collected the pelvis and the knees. After preparing, the pubic sinfisis and the anterior cruciate ligament of the knee were mechanically tested in traction, obtaining the following parameters: load in maximum border line and stiffness. The results compared with non pregnant females showed that to the pubic sinfisis there was an increase of stiffness and a load in maximum border line decrease. For the anterior cruciate ligament there was no significant difference between the groups.

Key-words: pregnancy; mechanical propriety; hormones; ligament; pubic sinfisis; female mice

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1– Técnica de contenção dorsal da rata.	30
FIGURA 2 – Material utilizado para a obtenção do lavado vaginal: (A)Soro fisiológico; (B)Tubo de látex; (C)Ponteira de micropipeta.	31
FIGURA 3 – Colheita do material do epitélio vaginal	32
FIGURA 4 – Lâminas contendo células do epitélio vaginal colhido por meio do lavado em diferentes fases do ciclo estral. (A)Proestro; (B)Estro; (C)Diestro II; (D)Diestro I	32
FIGURA 5 – Complexo fêmur-ligamento-tíbia obtido, mostrando o ligamento cruzado anterior isolado (seta).....	34
FIGURA 6 – Vistas superior (A) e dorsal (B) do sacro removido, formando um conjunto de ossos pelo ílio, ísquio e púbis direito e esquerdo, unidos pela sínfise púbica (seta).	35
FIGURA 7– Acessórios usados para a fixação dos espécimes para o ensaio mecânico. (A)Vista superior da garra púbica; (B) Vista lateral da garra púbica; (C)Vista anterior da garra femoral; (D) Vista anterior da garra tibial..	36
FIGURA 8 - Detalhe do ligamento cruzado anterior sendo submetido ao ensaio de tração.....	37
FIGURA 9– Detalhes da sínfise púbica sendo submetida ao ensaio de tração..	38
FIGURA 10 – Gráfico carga x deformação ilustrando os pontos de obtenção das propriedades mecânicas com o ensaio de tração. LM = limite	

máximo, LP = limite de proporcionalidade, C = Carga, D = deformação e $D_{\text{máx}}$ = deformação máxima	40
FIGURA 11- Valores médios de massa corporal dos animais.	44
FIGURA 12– Curvas carga x deformação do ensaio de tração das sínfises púbicas avaliados no grupo controle.....	45
FIGURA 13 – Curvas carga x deformação do ensaio de tração das sínfises púbicas avaliados no grupo prenhes I.	46
FIGURA 14 – Curvas carga x deformação do ensaio de tração das sínfises púbicas avaliados no grupo prenhez II.....	46
FIGURA 15 – Valores médios de carga no limite máximo das sínfises púbicas.....	47
FIGURA 16 – Valores médios da deformação máxima das sínfises púbicas	48
FIGURA 17 – Valores médios da rigidez das sínfises púbicas.	49
FIGURA 18 – Curvas carga x deformação do ensaio de tração do ligamento cruzado anterior avaliados no grupo controle.	50
FIGURA 19 - Curvas carga x deformação do ensaio de tração do ligamento cruzado anterior avaliados no grupo prenhez II	50
FIGURA 20 - Valores médios da carga no limite máximo dos ligamentos cruzados anteriores.	51
FIGURA 21 - Valores médios da rigidez dos ligamentos cruzados anteriores.....	52

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Descrição dos grupos experimentais.....	29
TABELA 2 - Valores da carga no limite máximo (CLM), da deformação máxima ($D_{máx}$) e da rigidez (R) das sínfises púbicas do grupo controle.	69
TABELA 3 – Valores da carga no limite máximo (CLM), da deformação máxima ($D_{máx}$) e da rigidez (R) das sínfises púbicas do grupo prenhes I.	70
TABELA 4 – Valores da carga no limite máximo (CLM), da deformação máxima ($D_{máx}$) e da rigidez (R) das sínfises púbicas do grupo prenhez II.	71
TABELA 5 - Valores da carga no limite máximo (CLM) e da rigidez (R) dos ligamentos cruzados anteriores do grupo prenhes controle.	72
TABELA 6 – Valores da carga no limite máximo (CLM) e da rigidez (R) dos ligamentos cruzados anteriores do grupo prenhes II.	73

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 FATORES HORMONAIS NA GRAVIDEZ	14
1.1.1 Alterações físicas e fisiológicas na mulher	19
1.2 MORFOLOGIA LIGAMENTAR	22
1.3 SÍNFISE PÚBLICA.....	23
1.4 ENSAIO MECÂNICO	24
1.4.1 Ensaio mecânico de tração.....	25
1.5 Objetivo	27
1.5.1 Geral.....	27
1.5.1 Específico.....	27
2 MATERIAL E MÉTODO.....	28
2.1 GRUPOS EXPERIMENTAIS.....	28
2.2 AVALIAÇÃO DO ACASALAMENTO E PRENHEZ.....	30
2.3 COLETA DOS ESPÉCIMES PARA O ENSAIO MECÂNICO	33
2.4 ENSAIO MECÂNICO	35
2.5 PROPRIEDADES MECÂNICAS	39
2.5.1 Limite máximo (LM)	40
2.5.2 Deformação máxima ($D_{m\acute{a}x}$)	40
2.5.3 Rigidez(R).....	41
2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA	41
2.6.1 Massa corporal dos animais	41
2.6.2 Propriedades mecânicas	42
3 RESULTADO	43
3.1 Massa corporal.....	43
3.2 Sínfise púbica	45

3.2.1 Carga no limite máximo	47
3.2.2 Deformação máxima.....	48
3.2.3 Rigidez.....	49
3.3 Ligamento cruzado anterior	50
3.3.1 Carga no limite máximo	51
3.3.2 Rigidez.....	52
4 DISCUSSÃO	53
5 CONCLUSÃO	59
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
ANEXOS E APÊNDICE	67