

تأثير الإجهاد الحراري على مستوى الهرمونات الجنسية وأوزان الأعضاء الجنسية وعلاقتها بالبلوغ الجنسي في ذكور الجرذان

هيام نذير متي و اشواق احمد حسن

فرع الفلسفة والكيمياء الحياتية والادوية، كلية الطب البيطري، جامعة الموصل، الموصل، العراق

(الاستلام ٢٤ تشرين الثاني، ٢٠١٨؛ القبول ١٣ كانون الثاني، ٢٠١٩)

الخلاصة

صممت هذه الدراسة لمعرفة تأثير الإجهاد الحراري المزمن والحاد على مستوى الهرمونات الجنسية وعلاقتها بالبلوغ الجنسي، في ذكور الجرذان. أستخدم ٤٥ ذكراً من الجرذان في عمر الفطام قسمت الحيوانات عشوائياً إلى ثلاث مجاميع، كل مجموعة تضمنت ١٥ جرذاً وشملت الدراسة مجموعة السيطرة والمجموعة المعرضة للإجهاد الحراري المزمن بدرجة حرارة ٣٨ م° لمدة ساعة واحدة يومياً منذ عمر الفطام حتى بدء البلوغ الجنسي والمجموعة المعرضة للإجهاد الحراري الحاد بدرجة حرارة ٣٨ م° لمدة ٤ ساعات يومياً ولخمسة أيام متتالية ابتداءً من اليوم ٣٥ من عمر الجرذ، قسمت المجاميع المذكورة في أعلاه ثانويًا إلى ثلاث فئات عمرية تمثلت مرحلة قبل البلوغ ومرحلة بدء البلوغ ومرحلة بعد البلوغ الجنسي. أظهرت نتائج الدراسة أن تعرض ذكور الجرذان للإجهاد الحراري المزمن أدى إلى حدوث ارتفاع معنوي في وزن الجسم وأوزان ذيل البربخ وغدة البروستات عند بدء البلوغ الجنسي مقارنة مع مجموعة السيطرة، مع حدوث انخفاض معنوي في وزن الجسم وأوزان الخصى ورأس وذيل البربخ والبروستات والحوصلة المنوية عند مرحلة بعد البلوغ مقارنة مع مجموعة السيطرة فضلاً عن انخفاض مستوى الهرمون اللوتيني. عند مرحلة بعد البلوغ مقارنة مع المجموعة المعرضة للإجهاد الحراري الحاد. كما سبب تعرض الذكور للإجهاد الحراري الحاد إلى حدوث انخفاض معنوي في أوزان رأس وذيل البربخ والبروستات والحوصلة المنوية وارتفاعاً معنوياً في تركيز كل من هرمون التستوستيرون واللوتيني عند مرحلة بعد البلوغ مقارنة مع مجموعة السيطرة. لقد أدى التعرض للإجهاد الحراري الحاد إلى حدوث بلوغ جنسي مبكر في الذكور من خلال الظهور المبكر لأولى النطف مقارنة مع مجموعة السيطرة، في حين أدى التعرض المزمن للإجهاد الحراري إلى التأخر في البلوغ الجنسي صاحبه تأخر في ظهور النطف مقارنة مع مجموعة السيطرة. نستنتج من الدراسة الحالية أن تعرض ذكور الجرذان إلى الإجهاد الحراري اظهر تأثيرات مختلفة على الهرمونات الجنسية، وأدى التعرض للإجهاد الحاد إلى بلوغ جنسي مبكر وقد عكس هذا التأثير عند التعرض للإجهاد الحراري المزمن.

Effect of heat stress on sex hormones, sex organ weight and relationships with sexual puberty in male rats

H.N. Matty and A.A. Hassan*

Department of Physiology, Biochemistry & Pharmacology, College of Veterinary Medicine, University of Mosul, Mosul, Iraq

*Corresponding author: d.ashwaqah@yahoo.com , hemyatem@yahoo.com

Abstract

This study was designed to investigate the effect of chronic and acute heat stress on sex hormones level and their relationship to sexual puberty in male rats. Used 45 male pups in the age of weaning, were randomly divided for 3 groups each group included 15 pups of each sex. 1st group was a control group, 2nd group exposed to chronic heat stress at 38C° for 1hour a day since the age of weaning until onset of puberty and the 3rd group exposed to acute heat stress at 38C° for 4 hours per day for 5 consecutive days from 35 day age of rat and each group above were secondarily divided into 3 age groups consisted of pre-puberty, at puberty and post-puberty. Results of study showed that male rats exposed chronic heat stress led to a significant increase in body weight, tail of epididymis, prostate gland weights, at onset of puberty compared with control group, with a significant decrease in body weight, testis, head and tail of epididymis, prostate and seminal vesicle weights at post-puberty

compared with control group. as well as a significant decrease in the level of luteinizing hormone at post-puberty compared with acute heat stress group. Males exposed to acute heat stress cause a significant decrease in the head and tail of the epididymis, prostate, and seminal vesicle weights and significant increase in the concentration each of testosterone and luteinizing hormones at post-puberty compared with the control group. Acute exposure to heat stress caused early sexual puberty in males to show from the early appearance of first sperm compared with the control group, while the exposure to chronic heat stress led to delay of puberty associated with a delay in the appearance of first sperm compared with the control group. It concluded from this study that male rat's exposure to heat stress affects differently on sex hormone. Acute heat stress led to reach early sexual puberty and reflected the impact on puberty when chronic exposure to heat stress.

Keywords: heat stress, sex hormone, puberty, and male rats

Available online at <http://www.vetmedmosul.com>

المقدمة

وأوزان الجسم والأعضاء التناسلية، ومعايير البلوغ الجنسي في ذكور الجرذان.

المواد وطرائق العمل

حيوانات التجربة

تم استخدام ٤٥ من ذكور الجرذان بعمر الفطام وضعت الحيوانات في أقفاص ذات أبعاد ٢٠×٢٥×٢٠ سم وبظروف مختبرية خاصة تمثلت بدورة ضوئية طبيعية ١٤ ساعة إضاءة و ١٠ ساعات ظلام، وبدرجة حرارة الغرفة ٢٢±٢ م° مع رطوبة نسبية تراوحت بين ٢٠ - ٣٠٪، وأعطيت الجرذان الماء والعليقة بصورة حرة *ad libitum*، وتم إجراء التجربة في بيت الحيوانات التابع لكلية الطب / جامعة هولير الطبية / أربيل.

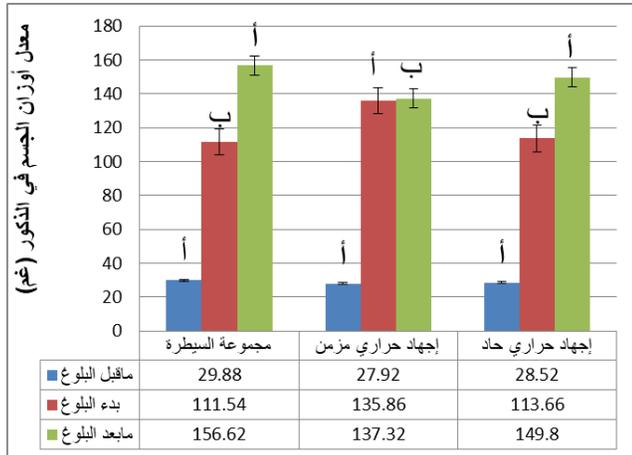
تصميم التجربة

قسمت ذكور الجرذان بشكل عشوائي عند عمر الفطام ٢١ يوماً إلى ثلاثة مجاميع بواقع ١٥ جرد لكل مجموعة. مجموعة السيطرة: وضعت الحيوانات بدرجة حرارة الغرفة والتي كانت ٢٢±٢ م°. مجموعة الإجهاد الحراري المزمّن: عرضت حيوانات هذه المجموعة للإجهاد الحراري المزمّن بدرجة ٣٨ م° لمدة ساعة واحدة يومياً ابتداءً من عمر الفطام حتى عمر البلوغ (١٠). مجموعة الإجهاد الحراري الحاد بدرجة ٣٨ م° ولمدة ٤ ساعات متتالية يومياً (١٠) ابتداءً من عمر ٣٥ يوم إلى ٣٩ يوم من عمر الجرد (أي لمدة خمسة أيام متتالية) (١١).

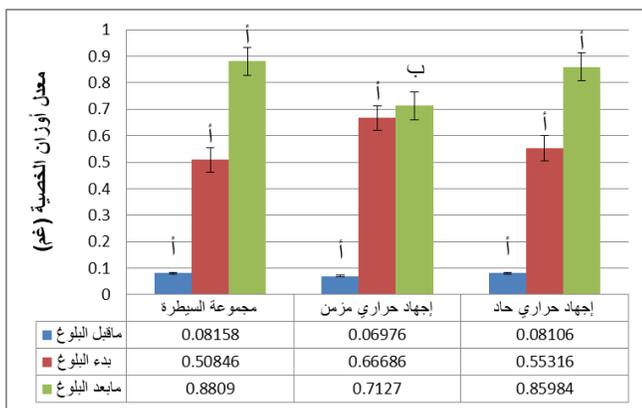
تم تعريض الحيوانات للإجهاد الحراري بنوعيه الحاد والمزمّن باستخدام حاضنة مجهزة بمصدر للهواء الحار مع جهاز ثرموستات لضبط درجة الحرارة بداخلها، كما وضع بداخلها وعاء يحتوي على الماء لتوفير الرطوبة، وتم ضبط حرارة الحاضنة من خلال محرار الكتروني. تم تقسيم الذكور في المجاميع الثلاثة إلى ثلاث فئات عمرية لكل مجموعة وبواقع ٥ ذكور لكل فئة عمرية (ضمن المجموعة الواحدة). الفئة العمرية الأولى (مرحلة قبل البلوغ) والتي جمع منها الدم بهدف الحصول على المصل عند اليوم ٣٠ من عمرها (١٢). الفئة العمرية الثانية

تعد الية التنظيم الحراري من الأوجه المهمة للمحافظة على درجة حرارة الجسم ويُعد الارتفاع في درجة حرارة الجسم من عوامل الإجهاد الخطيرة، حيث يتعرض عندها الجسم لخطر الموت بسبب مسخها للبروتينات الخلوية وبالتالي فقدان خاصية ارتباط هذه البروتينات بمستقبلاتها مما يؤدي إلى توقف عمليات الأيض ثم الموت الخلوي (١)، ويعد المهاد وتحت المهاد من أهم المراكز التي تعمل على تنظيم حرارة الجسم واستخدام المعلومات الحسية القادمة من البيئة الخارجية والداخلية للجسم كمحفز لعملية التنظيم الحراري (٢)، يتأثر البلوغ الجنسي في اللبائن بالهرمونات التي تفرز من تحت المهاد، إذ لهرمونات دوراً مهماً في السيطرة على آليات الاتزان البدني، وفي اللبائن تفرز منطقة تحت المهاد العديد من الهرمونات ومنها الهرمون المحرر لمحفزات القند (٣). يرتبط البلوغ في الثدييات بتغيرات كبيرة في مستوى الهرمونات الجنسية في الدم وهذه التغيرات الهرمونية تكون مرتبطة ومرافقة مع التغيرات التشريحية والممتلئة للصفات الجنسية الثانوية كما يعقبها تغيرات في سلوك الفئران (٤). فالبلوغ في ذكور الجرذان يتصف بانفصال القلفة عن عضو التكاثر (٥)، بينما يفرز جزء ضئيل منه من خلايا القراب للجريبات المبيضية ومن المشيمة ومن الطبقة الثالثة لقشرة الكظر (٦)، والتستوستيرون هو الهرمون المسؤول عن بدء ظهور علامات البلوغ الجنسي في ذكور الجرذان المتضمنة انفصال الجلد المحيط بعضو التكاثر والتي يطلق عليها تسمية (BPS) Balano-Preputial skin fold Separation (٧) وأستخدم هذا المؤشر لمعرفة عمر البلوغ لدى الذكور والذي يتصف بتقرن الظهارة المحيطة بحشفة العضو الذكري وانفصالها عن عضو التكاثر مع تكوين النطف (٨). يخلق هرمون التستوستيرون من الكوليسترول في خلايا لايدك تحت تأثير الهرمون اللوتيني ويعمل الهرمون اللوتيني على تنظيم عملية تحرره من خلايا لايدك من خلال تنظيم التعبير الجيني للإنزيم المسمى ١٧- بيتا هايدروكسي ستيرويد ديهيدروجينيز Beta hydroxy steroid 17- dehydrogenase (٩). هدفت الدراسة لمعرفة تأثير الإجهاد الحراري المزمّن والحاد في تركيز بعض الهرمونات الجنسية

بينت النتائج عدم وجود فرق معنوي في معدل أوزان الخصى للمجاميع الثلاثة قيد الدراسة في مرحلة قبل البلوغ وأثناء بدء البلوغ الجنسي، في حين أدى التعرض للإجهاد الحراري المزمن إلى انخفاض معنوي في معدل أوزان الخصى في مرحلة بعد البلوغ عند المقارنة بمجموعة السيطرة ومجموعة الإجهاد الحراري الحاد. ولم يتبين حدوث فرق معنوي في معدل أوزان الخصى عند تعرض ذكور الجرذان للإجهاد الحراري الحاد في مرحلة بعد البلوغ مقارنة مع مجموعة السيطرة (الشكل ٢).



الشكل ١: تأثير الإجهاد الحراري المزمن والحاد في معدل أوزان الجسم ذكور الجرذان. عدد الحيوانات خمسة في كل مجموعة. القيم معبر عنها بالمعدل \pm الخطأ القياسي. الحروف المختلفة فوق كل عمود تعني وجود فروق معنوية عند مستوى احتمالية $P < 0.05$.



الشكل ٢: تأثير الإجهاد الحراري المزمن والحاد في معدل أوزان الخصى. عدد الحيوانات خمسة في كل مجموعة. القيم معبر عنها بالمعدل \pm الخطأ القياسي. الحروف المختلفة فوق كل عمود تعني وجود فروق معنوية عند مستوى احتمالية $P < 0.05$.

(مرحلة البلوغ) جمع منها الدم بهدف الحصول على المصل في الوقت الذي تم متابعة وقت انفصال القلفة عن عضو التكاثر (١٣)، وعند ملاحظة الانفصال نبدأ الكشف عن ظهور النطف. من خلاله مشاهدة أولى النطف عن طريق استخراج الخصية وأحداث شق في منتهى لعمل مسحة على شريحة زجاجية للخصية الواحدة وفحصت تحت المجهر الضوئي عند تكبير $\times 40$ لمشاهدة النطف إن وجدت (١٤). الفئة العمرية الثالثة (مرحلة بعد البلوغ) جمع الدم منها بهدف الحصول على المصل عند اليوم ٧٠ من عمر الذكور (١٢).

تم تسجيل درجة حرارة جسم الحيوانات المعرضة للإجهاد باستخدام المحرار الزئبقي كما تم تسجيل أوزان جسم الحيوانات طيلة فترة التجربة. تم سحب الدم بمقدار ١-٢ مل ونبذه بواسطة جهاز الطرد المركزي بسرعة ٣٠٠٠ دورة / دقيقة ولمدة ١٥ دقيقة وتم فصل المصل وحفظ بدرجة -20°C لحين استخدامه. وذلك للتحري عن تركيز هرمون التستوستيرون والهرمون اللوتيني باستخدام تقنية الاليزا بعد إتمام عملية سحب الدم من حيوانات التجربة تم قتلها باستخدام مادة الأيثر ثم أجريت عليها الصفة التشريحية ثم استخراج الخصيتين ووزنهما مع تسجيل وزن رأس وجسم وذيل البربخ الأيمن والأيسر وتم تقسيم العدد الناتج على اثنين لاستخراج المعدل العام كما وتم وزن الحويصلة المنوية والبروستات (الموثة) وكان ذلك باستخدام الميزان الكهربائي الحساس.

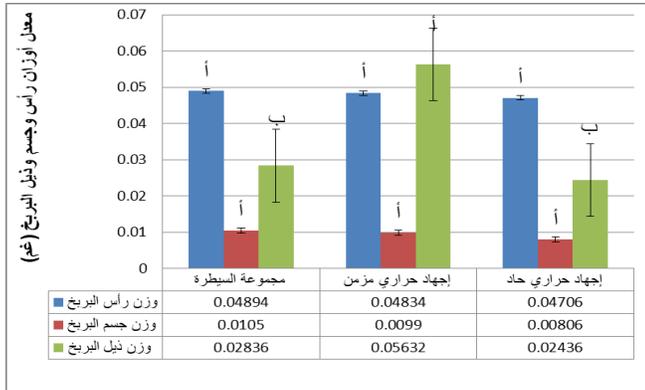
التحليل الإحصائي

تم تحليل النتائج إحصائياً باستخدام اختبار تحليل التباين One Way Analysis of Variance وتم تحديد الفروقات والاختلافات الخاصة بين المجاميع باستخدام اختبار Duncan عند مستوى احتمالية $P < 0.05$ لاختبار معنوية الفروقات بين المتوسطات الحسابية لقيم المتغيرات المدروسة (١٥).

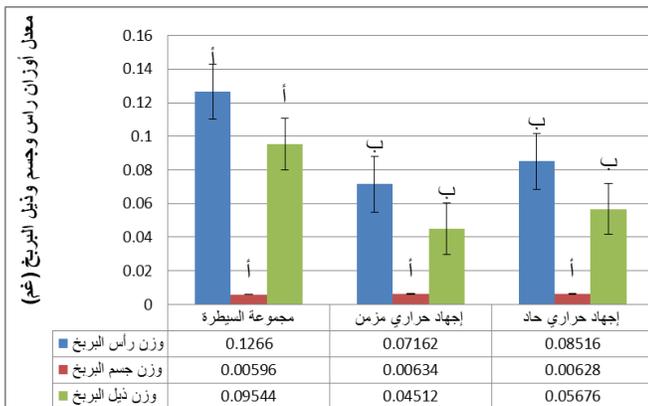
النتائج

يبين الشكل ١ عدم حدوث فرق معنوي في معدل أوزان الجسم للمجاميع الثلاثة قيد الدراسة ضمن مرحلة قبل البلوغ. في حين سبب التعرض للإجهاد الحراري المزمن ارتفاعاً معنوياً في معدل أوزان الجسم في مرحلة بدء البلوغ في ذكور الجرذان مقارنةً بمجموعة السيطرة والمجموعة المعرضة للإجهاد الحراري الحاد، بينما لم يسبب التعرض للإجهاد الحراري الحاد فرقاً معنوياً في أوزان الجسم في مرحلة بدء البلوغ عند مقارنتها مع مجموعة السيطرة. أظهرت نتائج الدراسة أن التعرض للإجهاد الحراري المزمن سبب انخفاضاً معنوياً في معدل أوزان الجسم في مرحلة بعد البلوغ مقارنة مع مجموعة السيطرة ومجموعة الإجهاد الحراري الحاد، ولم يؤدي التعرض للإجهاد الحراري الحاد فرقاً معنوياً في أوزان الجسم مقارنة مع مجموعة السيطرة في مرحلة بعد البلوغ الجنسي.

السيطرة. أما عند مرحلة بعد البلوغ فسبب التعرض للإجهاد الحراري المزمّن والحاد انخفاضاً معنوياً في معدل أوزان غدة البروستات للذكور مقارنة مع مجموعة السيطرة (الشكل ٨). ولم يلاحظ وجود أي فرق معنوي في معدل أوزان الحويصلة المنوية للمجاميع الثلاثة في مرحلة قبل البلوغ وبدء البلوغ (الشكلين ٧، ٦). بينما انخفضت أوزان الحويصلة المنوية في مرحلة بعد البلوغ عند التعرض للإجهاد الحراري المزمّن والحاد بالمقارنة مع مجموعة السيطرة (الشكل ٨).

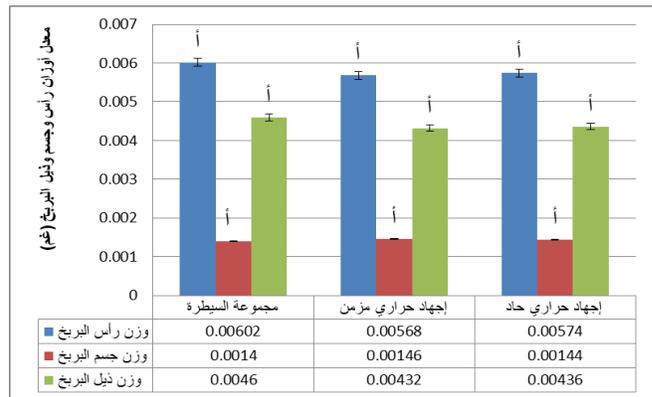


الشكل ٤: تأثير الإجهاد الحراري المزمّن والحاد في معدل أوزان رأس وجسم وذيل البربخ في مرحلة بدء البلوغ. - عدد الحيوانات خمسة في كل مجموعة. القيم معبر عنها بالمعدل \pm الخطأ القياسي. الحروف المختلفة فوق كل عمود تعني وجود فروق معنوية عند مستوى احتمالية $P < 0.05$.



الشكل ٥: تأثير الإجهاد الحراري المزمّن والحاد في معدل أوزان رأس وجسم وذيل البربخ في مرحلة بعد البلوغ. عدد الحيوانات خمسة في كل مجموعة. القيم معبر عنها بالمعدل \pm الخطأ القياسي. الحروف المختلفة فوق كل عمود تعني وجود فروق معنوية عند مستوى احتمالية $P < 0.05$.

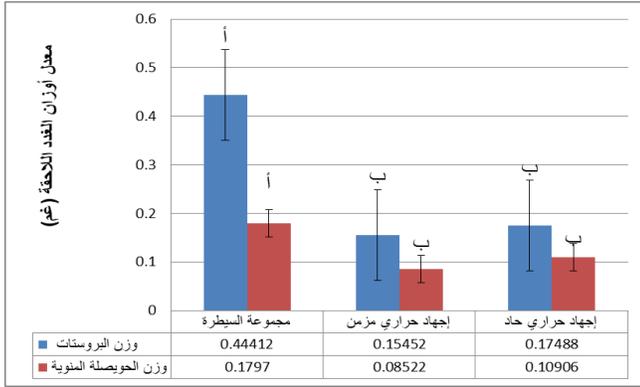
تبين من نتائج الدراسة عدم وجود فروقات معنوية في معدل أوزان رأس وجسم وذيل البربخ بين المجاميع الثلاثة عند مرحلة قبل البلوغ (الشكل ٣). كما لم يؤدّ التعرض للإجهاد الحراري المزمّن والحاد إلى فروقات معنوية في معدل أوزان رأس وجسم البربخ في مرحلة بدء البلوغ مقارنة مع مجموعة السيطرة، بينما سبب التعرض للإجهاد الحراري المزمّن ارتفاعاً معنوياً في معدل أوزان ذيل البربخ في مرحلة بدء البلوغ بالمقارنة مع مجموعة السيطرة ومجموعة الإجهاد الحراري الحاد (الشكل ٤). أظهرت النتائج انخفاضاً معنوياً في معدل أوزان رأس وذيل البربخ عند التعرض للإجهاد الحراري المزمّن والحاد في مرحلة بعد البلوغ عند مقارنتها مع مجموعة السيطرة، ولم تظهر فروق معنوية في معدل أوزان رأس وذيل البربخ بين نمطي التعرض الحراري، في حين لم يظهر أي فرق معنوي يذكر في معدل أوزان جسم البربخ عند التعرض للإجهاد الحراري المزمّن والحاد في مرحلة بعد البلوغ وكانت القيم متشابهة لقيم السيطرة (الشكل ٥).



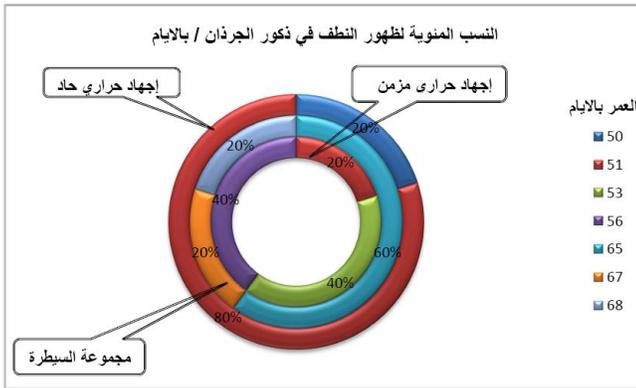
الشكل ٣: تأثير الإجهاد الحراري المزمّن والحاد في معدل أوزان رأس وجسم وذيل البربخ في مرحلة قبل البلوغ. عدد الحيوانات خمسة في كل مجموعة. القيم معبر عنها بالمعدل \pm الخطأ القياسي. الحروف المختلفة فوق كل عمود تعني وجود فروق معنوية عند مستوى احتمالية $P < 0.05$.

تبين من نتائج التحليل الإحصائي حدوث انخفاض معنوي في معدل أوزان غدة البروستات للذكور المجموعة المعرضة للإجهاد الحراري المزمّن مقارنة مع مجموعة السيطرة ومجموعة التعرض للإجهاد الحراري الحاد عند مرحلة قبل البلوغ (الشكل ٦). ولم يكن هناك فرق معنوي ما بين المجموعة المعرضة للإجهاد الحراري الحاد في مرحلة قبل البلوغ مقارنة مع مجموعة السيطرة. سبب التعرض للإجهاد الحراري المزمّن عند مرحلة بدء البلوغ حدوث ارتفاع معنوي في معدل أوزان غدة البروستات للذكور مقارنة بمجموعة السيطرة (الشكل ٧). ولم يؤدّ التعرض للإجهاد الحراري الحاد إلى حدوث فرق معنوي في معدل أوزان غدة البروستات في مرحلة بدء البلوغ مقارنة مع مجموعة

بمعدل ٥٣.٨ أدى التعرض للإجهاد الحراري المزمن إلى تأخر الظهور الأول للنتف معنوياً إلى اليوم ٦٥ و ٦٧ و ٦٨ وبالنسبة ٦٠ و ٢٠ و ٢٠٪ على التوالي مقارنة مع مجموعة السيطرة. وسجل معدل الظهور الأول للنتف بالأيام تأخرًا معنوياً عند تعرضها للإجهاد الحراري المزمن مقارنة مع مجموعة السيطرة والمجموعة المعرضة للإجهاد الحراري الحاد (الشكل ٩).

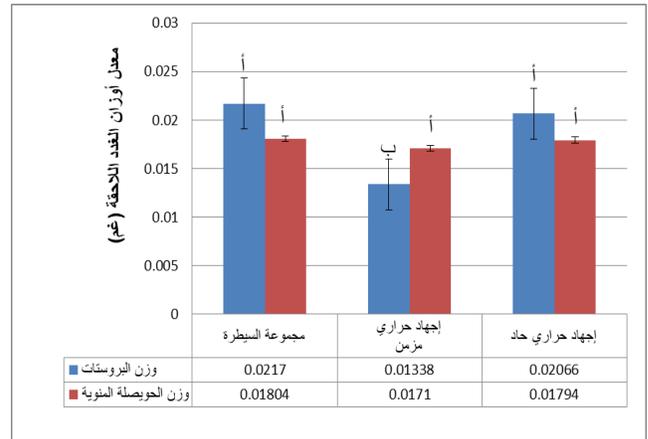


الشكل ٨: تأثير الإجهاد الحراري المزمن والحاد في معدل أوزان الغدد اللاحقة في مرحلة بعد البلوغ. عدد الحيوانات خمسة في كل مجموعة. القيم معبر عنها بالمعدل \pm الخطأ القياسي. - الحروف المختلفة فوق كل عمود تعني وجود فروق معنوية عند مستوى احتمالية $P < 0.05$.

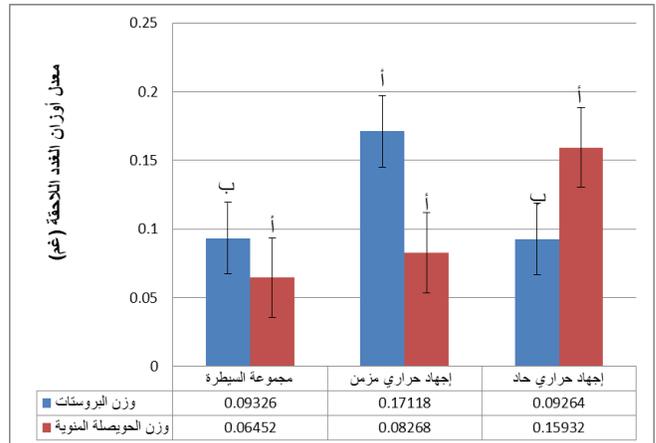


الشكل ٩: تأثير الإجهاد الحراري المزمن والحاد في النسب المئوية لظهور النتف في ذكور الجرذان.

تمت متابعة حالة انفصال القلفة عن عضو التكاثر عينياً ولوحظ بأن أول انفصال غير تام وأسرع انفصال تام حدث وبصورة معنوية عند التعرض للإجهاد الحراري الحاد وبنسبة ٤٠٪ عند عمر ٣٥ يوماً وبنسبة ٦٠٪ عند ٣٨ يوماً من عمر الجرذ مقارنة بمجموعة السيطرة في حين تأخر وقت انفصال القلفة وبصورة معنوية في ذكور المجموعة المعرضة للإجهاد



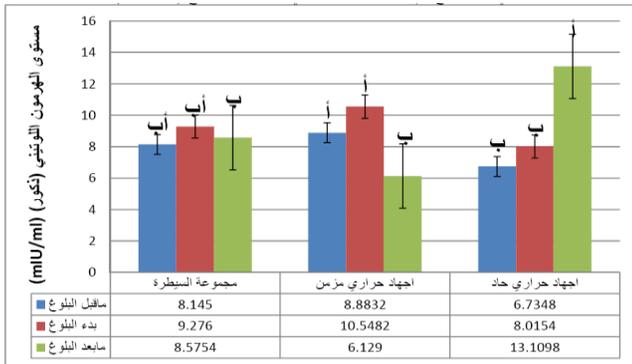
الشكل ٦: تأثير الإجهاد الحراري المزمن والحاد في معدل أوزان الغدد اللاحقة في مرحلة قبل البلوغ. عدد الحيوانات خمسة في كل مجموعة. القيم معبر عنها بالمعدل \pm الخطأ القياسي. الحروف المختلفة فوق كل عمود تعني وجود فروق معنوية عند مستوى احتمالية $P < 0.05$.



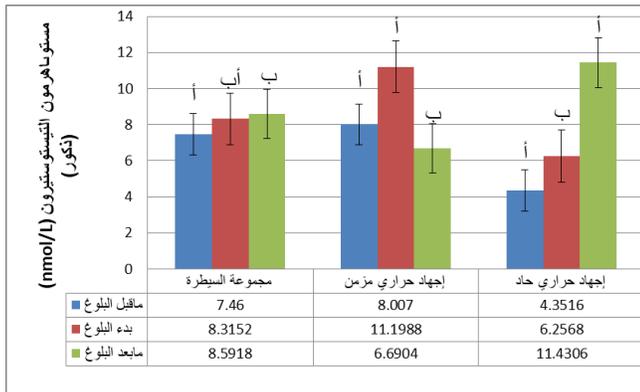
الشكل ٧: تأثير الإجهاد الحراري المزمن والحاد في معدل أوزان الغدد اللاحقة في مرحلة بدء البلوغ. عدد الحيوانات خمسة في كل مجموعة. القيم معبر عنها بالمعدل \pm الخطأ القياسي. الحروف المختلفة فوق كل عمود تعني وجود فروق معنوية عند مستوى احتمالية $P < 0.05$.

أظهرت نتائج الفحص المجهري الظهري المبكر لأول نطفة وبصورة معنوية عند التعرض للإجهاد الحراري الحاد. عند عمر ٥٠ و ٥١ يوماً وبنسبة ٢٠ و ٨٠٪ على التوالي. مقارنة بمجموعة السيطرة التي كان الظهور الأول للنتف بالاعمار ٥١ و ٥٣ و ٥٦ وبالنسبة ٢٠ و ٤٠ و ٤٠٪ على التوالي. وتبين ذلك واضحاً من خلال نتائج التحليل الإحصائي لمعدل ظهور النتف بالأيام حيث انخفض معنوياً بمعدل ٥٠.٨ مقارنة مع مجموعة السيطرة

مقارنة المجموعة المعرضة للإجهاد الحراري المزمن مع مجموعة السيطرة في مرحلة بعد البلوغ الجنسي (الشكل ١٢).



الشكل ١١: تأثير الإجهاد الحراري المزمن والحاد في مستوى الهرمون اللوتيني في ذكور الجرذان. عدد الحيوانات خمسة في كل مجموعة. القيم معبر عنها بالمعدل \pm الخطأ القياسي. الحروف المختلفة فوق كل عمود تعني وجود فروق معنوية عند مستوى احتمالية $P < 0.05$.

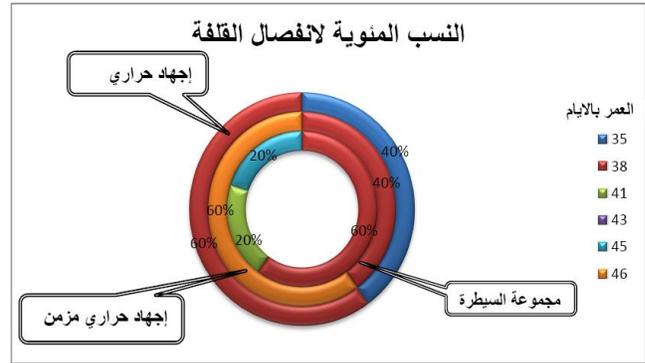


الشكل ١٢: تأثير الإجهاد الحراري المزمن والحاد في مستوى هرمون التستوستيرون في ذكور الجرذان. عدد الحيوانات خمسة في كل مجموعة. القيم معبر عنها بالمعدل \pm الخطأ القياسي. الحروف المختلفة فوق كل عمود تعني وجود فروق معنوية عند مستوى احتمالية $P < 0.05$.

المناقشة

أظهرت الدراسة الحالية ارتفاعاً معنوياً في معدل أوزان ذكور المجموعة المعرضة للإجهاد الحراري المزمن عند بدء البلوغ والتي كانت متزامنة مع تأخر ظهور النطف بصورة معنوية في ذكور المجموعة نفسها، جاءت نتائج هذه الدراسة مطابقة للدراسة التي أجراها Plant and Witchel (١٦) لوحظ وجود علاقة سلبية

الحراري المزمن وظهر بنسبة ٤٠ و ٦٠٪ بالأعمار ٣٨ و ٤٦ يوم على التوالي من عمر الجرذ مقارنة مع مجموعة السيطرة، أما ذكور مجموعة السيطرة فقد حدث انفصال القلفة عن العضو الذكري بشكل منتظم ومتسلسل وبالنسب ٦٠ و ٤٠ و ٢٠٪ وبالأعمار ٣٨ و ٤١ و ٤٥ يوماً من عمر الجرذ (الشكل ١٠).



الشكل ١٠: تأثير الإجهاد الحراري المزمن والحاد في النسب المئوية لإنفصال القلفة عن عضو التكاثر في المجاميع الثلاثة.

أظهرت النتائج أن التعرض للإجهاد الحراري المزمن والحاد لم يؤدي إلى حدوث فرق معنوي في تركيز الهرمون اللوتيني مقارنة مع مجموعة السيطرة، عند مرحلة ما قبل و بدء البلوغ الجنسي، ولكن حدث إنخفاض معنوي في مستوى الهرمون اللوتيني في المجموعة التي عرضت للإجهاد الحراري الحاد عند مقارنتها مع المجموعة المعرضة للإجهاد الحراري المزمن عند مرحلة قبل البلوغ و بدء البلوغ الجنسي، أدى التعرض للإجهاد الحراري المزمن حدوث إنخفاض معنوي لمستوى الهرمون اللوتيني للذكور في مرحلة بعد البلوغ مقارنة مع مستواه في المجموعة المعرضة للإجهاد الحراري الحاد، في حين أدى التعرض للإجهاد الحراري الحاد إلى حدوث ارتفاع معنوي في مستوى الهرمون اللوتيني مقارنة مع قيم مجموعة السيطرة في مرحلة بعد البلوغ (الشكل ١١).

لم يلاحظ وجود فروقات معنوية في مستوى هرمون التستوستيرون عند تعرض ذكور الجرذان للإجهاد الحراري المزمن والحاد مقارنة مع مجموعة السيطرة عند مرحلتي ما قبل و بدء البلوغ الجنسي. في حين لوحظ حدوث إنخفاض معنوي لمستوى هرمون التستوستيرون في المجموعة المعرضة للإجهاد الحراري الحاد عند مقارنتها مع المجموعة المعرضة للإجهاد الحراري المزمن في مرحلة بدء البلوغ الجنسي، وهي غير مختلفة معنوياً عن مجموعة السيطرة. أما في مرحلة بعد البلوغ الجنسي فقد أدى التعرض للإجهاد الحراري الحاد إلى حدوث ارتفاع معنوي في مستوى هرمون التستوستيرون مقارنة بمجموعتي السيطرة والمجموعة المعرضة للإجهاد الحراري المزمن، بينما لم يكن هناك فرق معنوي في مستوى الهرمون عند

المعرضة للإجهاد الحراري الحاد والمتمثلة بظهور أولى النطف في اليوم ٥٠ وانفصال القلفة التام في اليوم ٣٨ من عمر الجرذ مقارنة بمجموعة السيطرة وتلك المعرضة للإجهاد الحراري المزمّن. حيث أجرى Vetter and Spear (٢٤) دراسة على الجرذان ولاحظوا بأن انفصال القلفة يكون قبل ظهور النطف فحدث الانفصال التام بعمر ٤٠-٤٤ يوماً في حين كان ظهور النطف في اليوم ٤٨ من عمر الجرذان، وقد يعود السبب في أن انفصال القلفة يحدث قبل زيادة مستوى هرمون الأندروجين (٢٥)، كما واستنتج *Campion et al.* (٢٦) وجماعته إن بدء ظهور النطف في اليوم ٤٢ من عمر الجرذ الطبيعي (غير المعرض للإجهاد) وبعدها تحصل زيادة نسبية في أعداد النطف عند الأيام ٧٠، ٤٩، ٤٥ من عمر الجرذ ويصل أكبر نسبة لها بعمر ٩١ يوماً من عمر الجرذ. أما سبب تأخر ظهور النطف في المجموعة التي عُرضت للحرارة المستمرة فيعتقد أنها تأخرت بسبب تأثير الخصى وهرموناتا بصورة سلبية عند تعرضها للحرارة المستمرة حيث تُعد هي أول عضو يتأثر بالحرارة (٢٧)، أما سبب البلوغ المبكر لجرذان المجموعة المعرضة للحرارة الحادة، فقد يعود إلى ارتفاع اللبتين عند التعرض للعوامل المجهدّة لفترة قصيرة مؤدياً إلى تحرير الطاقة اللازمة للتغيرات التي تحصل عند البلوغ (٢٨) لكن حصل تأخر في ظهور أولى النطف في الدراسة الحالية فالحرارة المستمرة أثرت بشكل سلبي على البلوغ الجنسي، فربما أدى التعرض للإجهاد المستمر إلى الخروج عن سيطرة الاتزان في الطاقة فادى إلى التأخر في البلوغ الجنسي (٢٩). أظهرت نتائج الدراسة الحالية انخفاضاً معنوياً في مستويات هرمون التستوستيرون في ذكور المجموعة المعرضة للإجهاد الحراري الحاد عند بدء البلوغ مقارنة مع المجموعة المعرضة للإجهاد المزمّن ولكنها لم تختلف معنوياً بالمقارنة مع مجموعة السيطرة. لاحظ *Hardy et al.* (٣٠) إن تعريض الجرذان لعدم الحركة لمدة ٦ ساعات (أي التعرض للإجهاد الحاد) أدى إلى انخفاض في مستويات الهرمون اللوتيني والذي رافقه انخفاض في هرمون التستوستيرون وعلل السبب في ذلك بأن الهرمون اللوتيني يؤثر على خلايا لايدك لإنتاج هرمون التستوستيرون. أشارت نتائج الدراسة الحالية إلى ارتفاع هرمون التستوستيرون بصورة معنوية في الذكور بعد بلوغها عند التعرض للإجهاد الحاد بالمقارنة مع مجموعة السيطرة، وهذه النتيجة مطابقة لدراسة سابقة فيها لوحظ ارتفاع معنوي في مستوى هذا الهرمون في الجرذان المعرضة للإجهاد ولفترة قصيرة (٣١) ويعتقد بأن السبب لهذا الارتفاع يعود إلى كون هرمون التستوستيرون يعمل على كبح الاستجابة للإجهاد من خلال تثبيطه للهرمون المحرر للموجهة القشرية المفردة من منطقة تحت المهاد (٣١). كما أظهرت النتائج من الدراسة الحالية حصول انخفاض معنوي لهرمون التستوستيرون في ذكور المجموعة المعرضة للإجهاد المزمّن بعد بلوغها مقارنة مع الجرذان التي عُرضت للحرارة الحادة، وقد يعود السبب إلى أن التعرض للإجهاد لفترة طويلة ومستمرة اثر وبشكل مباشر وسلبي

وعكسية معنوية بين الزيادة الوزنية في جسم ذكور الجرذان مع ظهور النطف. تبين من الدراسة الحالية أن مرحلة بعد البلوغ حدث فيها انخفاض معنوي في معدل أوزان الجسم لذكور المجموعة التي عُرضت للإجهاد المزمّن، وربما يعود السبب في انخفاض أوزان جسم الجرذان إلى التعرض المستمر للحرارة لمدة ساعة يومياً ولغاية ثلاثين يوماً ربما أدت إلى توليد أصناف الأوكسجين الفعالة والتي تسبب حدوث تغيرات في بروتينات ودهون خلايا الجسم مما اثر سلباً على أوزان الجسم ولاحقاً بالخصوبة (١٧). أشارت الدراسة الحالية إلى حدوث انخفاض معنوي لمعدل أوزان الجسم بعد البلوغ في ذكور المجموعة التي عُرضت للحرارة المستمرة، رافقه انخفاض معنوي في معدل أوزان الخصى، فقد لاحظ *Sharma* (١٨) حصول انخفاض في أوزان الجسم والخصيتين في الجرذان المعرضة للحرارة المستمرة لمدة ٣٠ يوماً، وكذلك توافقت هذه النتائج مع ما لاحظته *Bhatia et al.* (١٩) في الفئران المعرضة للحرارة يومياً ولمدة ثلاثين يوماً متتالية وأعزوا السبب في ذلك إلى قلة إفراز الهرمون المحرر لمحفزات القند من تحت المهاد مما أدى إلى انخفاض إفراز كل من الهرمون اللوتيني من الغدة النخامية وبالتالي انعكس تأثيرهم سلباً على الأعضاء التناسلية والذي أدى إلى انخفاض وزن الخصى لذكور الفئران (٢٠).

أظهرت نتائج الدراسة الحالية انخفاضاً معنوياً في أوزان البروستات لذكور المجموعة المعرضة للإجهاد الحراري المزمّن قبل البلوغ، حيث سبق واستنتج *Matry et al.* (٢١) حصول انخفاض في أوزان الأعضاء التناسلية والغدد اللاحقة بسبب تأثرها بالحرارة وخاصة في مرحلة قبل البلوغ. كما سجلت نتائج الدراسة الحالية عند مرحلة بعد البلوغ انخفاضاً في معدل أوزان راس وذيل البربخ والبروستات والحوصلة المنوية في المجاميع المعرضة للحرارة أن الإجهاد لا يؤثر فقط على إفراز الهرمون المحرر لمحفزات القند فقط لكنه يثبط مراكز الشهية أيضاً، والذي ينتج عنه نقصان في أوزان الجسم وينعكس ذلك بدوره وبشكل متزامن مع نقصان في أوزان أعضاء الجسم المختلفة والمتأثرة سلباً بالإجهاد (٢٢). تشير النتائج الحالية حدوث ارتفاع معنوي في وزن ذيل البربخ والبروستات في ذكور المجموعة المعرضة للإجهاد المزمّن عند بدء بلوغها واتفق ذلك مع النتائج التي توصلت إليها *Jean et al.* (٢٣) بحصول زيادة في أوزان الأعضاء التناسلية مترافقة مع زيادة وزن الجسم كنتيجة لزيادة الهرمونات الستيرويدية عند مرحلة البلوغ، لوحظ من العلامات العيانية التي يمكن متابعتها وملاحظتها في الدراسة الحالية لتحديد وقت البلوغ الجنسي في ذكور الجرذان انفصال القلفة عن عضو التكاثر وظهور أول نطفة في الذكور. أظهرت الدراسة الحالية تأخر البلوغ الجنسي في ذكور جرذان المجموعة المعرضة للإجهاد الحراري المزمّن والمتمثلة بالتأخر لظهور أولى النطف إلى اليوم ٦٥ وانفصال القلفة التام إلى اليوم ٤٦ من عمر الجرذ مقارنة بمجموعتي السيطرة والمعرضة للإجهاد الحراري الحاد، في حين ظهر البلوغ بصورة مبكرة في ذكور المجموعة

المصادر

1. Goldstein DS, Kopin IJ. Evolution of concept of stress. *Stress*. 2007; 10(2):109-120. <https://doi.org/10.1080/10253890701288935>
2. Thomas TC, Kumar VM. Effect of ambient temperature on brain temperature and sleep-wakefulness in medial preoptic area lesioned rats. *Indian J Physiol Pharmacol*. 2002;46(3):287-297.
3. Barash IA, Cheung CC, Weigle DS, Ren HO, Kabigting EB, Kuijper JL, Clifton DK, Steiner RA. Leptin is metabolic signal to the reproductive system. *Endocrinol*. 1996; 137(7):3144-3147. <https://doi.org/10.1210/en.137.7.3144>
4. Laviola G, Adriani W, Morley-Fletcher FS, Terranova M. Peculiar response of adolescent mice to acute and chronic stress and to amphetamine: evidence of sex differences. *Behavioral Brain Res*. 2002; 130(1-2):117-125. [https://doi.org/10.1016/S0166-4328\(01\)00420-X](https://doi.org/10.1016/S0166-4328(01)00420-X)
5. Ojeda SR, Urbanski HF. Puberty in the rat. In: Knobil E, Neill JD. *The Physiology of reproduction*. New York: Raven Press; 1994. 363-409.
6. Zouboulis CC, Degitz K. Androgen action on human skin from basic research to clinical significance. *Exp Dermatol*. 2004; 13(4):5-10.
7. Stocker TE, Parks LG, Gray LE, Cooper RL. Endocrine disrupting chemicals: Prepubertal exposures and effects on sexual maturation and thyroid function in the male rat. *Crit Rev Toxicol*. 2000; 30(2):197-252. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0625.2004.00255.x>
8. Vetter-O'Hagen CS, Spear PL. Hormonal and physical markers of puberty and their relationship to adolescent typical novelty directed behavior. *Dev Psychobiol*. 2012; 54(5):523-535.
9. Pitteloud N, Dwyer AA, DeCruz S, Lee H, Boepple PA, Crowley WF, Hayes FJ. Inhibition of luteinizing hormone secretion by testosterone in men requires aromatization for its pituitary but not its hypothalamic effects: evidence from the tandem study of normal and gonadotropin releasing hormone deficient men. *J Clin Endocrinol Metab*. 2008; 93(3):784-91. <https://doi.org/10.1002/dev.20610>
10. Sinha RK Heat acclimation alters the sleep and behavior based thermoregulatory dynamics of rats in heat stress. *Med Sci*. 2013; 1(3):50-61.
11. Agrawal S, Gupta D. Behavioral changes in albino rats due to repetitive heat stress of moderate level. *Int J Med Sci Public Health*. 2013; 2(3):650-653.
12. Nageeb M. The distribution of GnRH and ER beta in pre and post pubertal male rats [Master thesis]. Chicago: Loyola University; 2010. 18-37.
13. Elise ML, Barnett JF, Les F, Hoberman AM, Chrestian MS. Sexual maturation data for CRL Sprague-Dawley rats: Criteria and confounding factors. *Drug Chem Toxicol*. 2002; 25(4):437-458. <https://doi.org/10.1081/DCT-120014794>
14. Döhler KD, Von zur Mühlen A, Döhler U. Pituitary leutinizing hormone (LH) follicular stimulating hormone (FSH) and proactin from birth to puberty in female and male rats. *Acta Endocrinol*. 1977; 8(4):718-728. <https://doi.org/10.1530/acta.0.0850718>
15. Steel RG, Torrie JH. Principles and procedures of statistics: A biometrical approach. New York: McGraw-Hill; 1986. 481
16. Plant TM, Witchel SF. Puberty in nonhuman primates and humans. In: Knobil E, Neill JD. *Physiology of reproduction*. St. Louis: Elsevier Academic Press; 2006. 1017-1070.
17. Beede DK, Collier RJ. Potential nutritional strategies for intensively managed cattle during thermal stress. *J Anim Sci*. 1986; 62(2):543-554. <https://doi.org/10.2527/jas1986.622543x>
18. Sharma RK. Morphological and morphometric studies on liver in rats subjected to repetitive heat stress. *Indian J Med Res*. 1997; 106:20-26.
19. Bhatia B, Kale PG, Daoo JV, Meshram PD. Testicular oxidative stress protective effects of abharaka bhasma in male wister rat after heat exposure. *International J Pharm Pharmaceut Sci*. 2013; 5(2):472-477.
20. Herbison AE, Porteous R, Pape JR, Mora JM, Hurst PR. Gonadotropin-releasing hormone neuron requirements for puberty,

على خلايا لايدك وبشكل خاص على تثبيط إنزيم 17 Alpha-Hydroxylase وبالتالي إضعاف قابلية هذه الخلايا على إنتاج هرمون التستوستيرون فالخصية أكثر تأثراً وعرضة للتأثيرات السلبية للحرارة (٣٢) تظهر النتائج الحالية ارتفاعاً معنوياً للتستوستيرون عند التعرض للإجهاد الحراري المزمّن في مرحلة بعد البلوغ بالمقارنة مع مجموعة السيطرة، فيعتقد بأن السبب يعود إلى أن الإجهاد الحراري قد أدى إلى الارتفاع في مستوى الهرمونات الستيرويدية وخاصة الاستراديول المتحرر من خلايا القراب والخلايا الحبيبية والذي يرافقه تكوين الأندروجين من الخلايا نفسها (٣٣). أشارت نتائج الدراسة إلى حدوث انخفاض معنوي للهرمون اللوتيني وبصورة كبيرة في ذكور المجموعة التي عرضت للحرارة المستمرة بعد البلوغ عند المقارنة مع المجموعة المعرضة للإجهاد الحراري الحاد، وربما يعود السبب إلى العلاقة العكسية بين الهرمون اللوتيني والإجهاد المستمر والذي تبين من خلال تجربة على نوع من الإجهاد الناتج من تقييد الحركة لمدة ٣ ساعات يومياً لفترة ١٤ يوماً، وربما يعود السبب إلى أن التعرض للإجهاد يؤدي إلى زيادة إفراز الهرمون المحرر للموجهة القشرة من تحت المهاد والهرمون الموجهة القشرة الكظر من النخامية والكورتيزون من الغدة الكظرية والذي تتحسس له المستقبلات المتواجدة على الخلايا الفارزة للهرمون المحرر للفتد والذي يثبط من تخليق إفراز الهرمون المحرر لمحفزات الفتد وبالتالي الفتة في كل من الهرمون المحفز للجريبات والهرمون اللوتيني (٣٤). تبين من الدراسة الحالية حدوث انخفاض معنوي في مستوى الهرمون اللوتيني في ذكور المجموعة المعرضة للإجهاد الحراري الحاد وعند مرحلة قبل البلوغ وأثنائه مقارنة مع المجموعة المعرضة للإجهاد المزمّن، حيث تبين دراسة حدوث انخفاض في مستوى الهرمون اللوتيني في الجرذان المعرضة للإجهاد الناتج من تقييد الحركة لمدة ٣ ساعات ولمرة واحدة (٣٥)، كما أكدت دراسة أخرى من قبل Al-Damegh (٣٦) أن مستوى الهرمون اللوتيني ينخفض بعد مرور ٦ ساعات من التعرض للإجهاد الحاد الناتج من تقييد الحركة في ذكور الجرذان، ويعود السبب أن الإجهاد قد أدى إلى تثبيط من تصنيع وإفراز الهرمون المحرر للهرمون اللوتيني من تحت المهاد (٣٠). نستنتج من الدراسة أن تعرض ذكور الجرذان إلى الإجهاد الحراري المزمّن والحاد أظهر تأثيرات متباينة على الهرمون اللوتيني وهرمون التستوستيرون، وأدى التعرض للإجهاد الحاد إلى بلوغ جنسي مبكر وقد عكس هذا التأثير عند التعرض للإجهاد الحراري المزمّن.

شكر وتقدير

يقدم الباحثان بالشكر والتقدير لكلية الطب البيطري / جامعة الموصل فضلاً عن كلية الطب /جامعة هولير الطبية/ اربيل لما قدموه لنا من تسهيلات لاكمال البحث.

29. Zakrzewska KE, Sainsbury A, Cusin I, Rouru J, Jeanrenaud B, Rohner JF. Selective dependence of intracerebroventricular neuropeptide Y-elicited effects on central glucocorticoids. *Endocrinol.* 1999; 140(7):3183-3187.
30. Hardy MP, Goa HB, Dong QG, Wang Q, Chai WR, Sottas C. Stress hormone and male reproductive function. *Cell Tissue Res.* 2005; 322(1):147-153.
31. Viau V, Meaney MJ. The inhibitory effect of testosterone on hypothalamic-pituitary-adrenal responses to stress is mediated by the medial preoptic area. *J Neurosci.* 1996; 16(5):1866-1876. DOI: <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.16-05-01866.1996>
32. Dong Q, Salva A, Sottas CM, Niu E, Holmes M, Hardy MP. Rapid glucocorticoid mediation of suppressed testosterone biosynthesis in male mice subjected to immobilization. *J Androl.* 2004; 25(6):973-981. <https://doi.org/10.1002/j.1939-4640.2004.tb03170.x>
33. Lee GH, Proenca R, Montez JM, Carroll KM, Darvishzadeh JG, Lee JI, Friedman JM. Abnormal splicing of the leptin receptor in mice. *Nature.* 1996; 379(6566):632-635.
34. Tsutsui K, Saigoh E, Ukena K, Teranishi H, Fujisawa Y, Kikuchi M, Sharp PJ. A novel avian hypothalamic peptide inhibiting gonadotropin release. *Biochem Biophys Res Com.* 2000; 275(2):661-667. <https://doi.org/10.1006/bbrc.2000.3350>
35. Retana-Marquez MS, Bonilla JH, Vazquez PG, Martinez GR. Naltrexone effects on male sexual behavior, corticosterone, and testosterone in stressed male rats. *Physiol Behav.* 2009; 96(2):333-342. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2008.10.022>
36. Al-Damegh MA. Stress-induced changes in testosterone secretion in male rats: Role of oxidative stress and modulation by antioxidants. *Open J Anim Sci.* 2014; 4(02):70-78. <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>
- ovulation, and fertility. *Endocrinol.* 2007; 149(2):597-604. <https://doi.org/10.1210/en.2007-1139>
21. Matry MS, Crissman JW, Carney EW. Evaluation of the male pubertal onset assay to detect testosterone and steroid biosynthesis inhibitors in CD rats. *Toxicol Sci.* 2001; 60(2):285-295. <https://doi.org/10.1093/toxsci/60.2.285>
22. Glass AR, Herbert DC, Anderson J. Fertility onset, spermatogenesis, and pubertal development in male rats: effect of graded underfeeding. *Pediatr Res.* 1986; 20(11):1161-1167.
23. Jean C, Fromentin G, Tome D, Larue AC. Wistar rats allowed to self-select macronutrients from weaning to maturity choose a high-protein, high-lipid diet. *Physiol Behav.* 2002; 76(1):65-73. [https://doi.org/10.1016/S0031-9384\(02\)00676-5](https://doi.org/10.1016/S0031-9384(02)00676-5)
24. Vetter-O'Hagen CS, Spear PL. Hormonal and physical markers of puberty and their relationship to adolescent typical novelty directed behavior. *Dev Psychobiol.* 2012; 54(5):523-535. <https://doi.org/10.1002/dev.20610>
25. Noriega NC, Howdeshell KL, Furr J, Lambright CR, Wilson VS, Gray LE. Pubertal administration of DEHP delays puberty, suppresses testosterone production and inhibit reproductive tract development in male Sprague dawley and long evans rats. *Toxicol Sci.* 2009; 111(1):163-178. <https://doi.org/10.1093/toxsci/kfp129>
26. Champion SN, Carvallo FR, Chapin RE, Nowland WS, Beauchamp D, Jamon R, Koitz R, Winton TR, Cappon GD, Hurtt ME. Comparative assessment of the timing of sexual maturation in male wistar han and sprague-dawley rats. *Reprod Toxicol.* 2013; 38:16-24. <https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2013.02.003>
27. Jung A, Schuppe HC. Influence of genital heat stress on semen quality in humans. *Andrologia.* 2007; 39(6):203-15.
28. Mostyn A, Keisler DH, Webb R, Stephenson T, Symonds ME. The role of leptin in the transition from fetus to neonate. *Proc Nutr Soc.* 2001; 60(2):187-194.