قسم الأحياء الدقيقة – كلية الطب البيطرى
جامعة البعث – سوريا

COMPARATIVE LABORATORY STUDY ON THE EFFECTS OF CERTAIN TYPES OF LIPIDS ON THE CONCENTRATION OF PLASMA TOTAL CHOLESTEROL (TC) AND HIGH DENSITY LIPOPROTEIN (HDL-C) IN HAMSTER

(With 3 Tables and 3 Figures)

By
M. ALHELAL; A. ALAWAD and N. HAPRA

(Received at 19/8/2010)

دراسة مخبريّة مقارنة لتأثيرات بعض أنواع الدهون على منسوب الكولسترول الكلي والدهون عالية الكثافة في مصورة الدم عند الهمستر

محمد الهلال ، عواد العواد * ، ناجح هبرة

* قسم وظائف الأعضاء – كلية الطب البيطرى – جامعة البعث

أجريت التجربة على /128/ ذكر من الهمستر السليمة صحيّاً ، حيث قسّمت الحيوانات إلى أربع مجموعات ، تناولت جميعها وبشكل حر العلف المخبري طيلة فترة التجربة وكانت معاملة كل مجموعة كالتالي: المجموعة الضابطة: تناولت العلف المخبري المحافظ على البقاء فقط. مجموعة السمن البلدي: تمّ تجريعها السمن البلدي بجرعة مقدارها 8غ/كغ من وزن الجسم يوميّاً. مجموعة زيت الزيتون: تمّ تجريعها زيت الزيتون بجرعة مقدارها 8غ/كغ من وزن الجسم يومياً. مجموعة زيت الزيتون + حمض الأولييك: تم تجريعها زيت الزيتون المضاف له حمض الأولييك بنسبة 10% بجرعة مقدارها 8غ/كغ من وزن الجسم يومياً. استمرت المعاملة لمدة /16/ أسبوع وترافقت بأربعة سحوبات دموية. لقد أظهرت النتائج ارتفاعاً معنويّاً في منسوب الـ HDL-C في مجموعة السمن البلدي بالمقارنة مع مجموعة الأولييك وذلك بعد أربعة أسابيع من المعاملة ولكنّ النسبة HDL-C/TC كانت مرتفعة معنويّاً بمقدار 28% في مجموعة الأولييك بالمقارنة مع السمن البلدي وزيت الزيتون. لوحظ بعد ثمانية أسابيع من المعاملة ارتفاعاً معنويّاً في منسوب HDL-C مجموعة زيت

الزيتون بالمقارنة مع مجموعة السمن البلدي ومجموعة الأوليك ، لكنّ النسبة HDL-C/TC كانت مرتفعة معنويّاً في مجموعة الأوليك بالمقارنة مع السمن البلدي وزيت الزيتون ، واستمر هذا الارتفاع المعنوي حتى نهاية التجربة. لم يلاحظ أي ارتفاع معنوي في النسبة HDL-C/TC لمجموعة زيت الزيتون بالمقارنة مع السمن البلدي بعد أربعة أسابيع من المعاملة P>0.05 ، لكن أصبح هذا الارتفاع معنويّاً بعد ذلك. بعد / 8/ أسابيع من المعاملة لم نجد أي فرق معنوي في منسوب الكولسترول الكلي بين مجموعتي الشاهد وحمض الأوليك وكذلك الأمر بين مجموعتي السمن البلدي وزيت الزيتون. بعد / 16/ أسبوع من المعاملة انخفض منسوب الكولسترول الكلي معنويّاً في مجموعة الأوليك بالمقارنة مع الشاهد ، بينما لم يكن هناك فرقاً معنويّاً في مستوى الكولسترول الكلي بين مجموعتي السمن البلدي وزيت الزيتون.

الكلمات المفتاحية : الهمستر ، TC (الكولسترول الكلي) ، HDL-C (الكولسترول– HDL) النسبة HDL-C/TC ، السمن البلدي ، زيت الزيتون ، حمض الأوليك.

SUMMARY

The experiment was applied on /128/ healthy male hamsters divided into four groups. Each group had laboratorial diet, freely, during the period of the experiment: Domestic Ghee Group were dosed domestic ghee 8g/kg of the body weight daily; Olive Oil Group were dosed olive oil 8g/kg of the body weight; Olive Oil+ Oleic Acid Group were dosed olive oil supplemented by 10% of oleic acid 8g/kg of the body weight daily and Control Group which had laboratorial diet that made maintenance ration. Four blood samples were collected during the experiment for 16 weeks. The results showed a significant increase (P=0.0002) of the HDL-C concentration in the domestic ghee group in comparison with the group treated with oleic acid in four weeks of treatment, but HDL-C/TC ratio was significantly increased (P=0.0000) approximately 28% for the group treated with oleic acid in comparison with the groups of domestic ghee and olive oil. There was a significant increase in concentration of HDL-C olive oil group in comparison with the group treated with oleic acid and domestic ghee group in /8/ weeks, but HDL-C/TC ratio was significantly increased (P=0.0000) in the group treated with oleic acid in comparison with the groups of domestic ghee and olive oil. This significant increase remained in /12/ and /16/ weeks of treatment. There was no significant increase (P>0.05) in HDL-C/TC ratio of olive oil group in comparison with domestic ghee group in /4/ weeks of treatment, but this increase became

significant (P=0.0000) after that. There was no significant difference (P>0.05) in TC concentration between the control and oleic acid groups and also domestic ghee and olive oil groups (P>0.05) in /8/ weeks of treatment. At /16/ weeks of treatment, TC concentration of oleic acid group decreased significantly (P=0.0000) in comparison with control group, while there was no significant difference (P>0.05) between the domestic ghee and olive oil groups.

Key words: *Hamster, (HDL-C) HDL-Cholesterol, (TC) Total Cholesterol, HDL-C/TC, domestic ghee, olive oil, oleic acid*.

INTRODUCTION
المقدمـة

تعد الشحميات إحدى المركبات العضوية الأساسية في الجسم الحي وذلك لدورها الفسيولوجي الكبير وكونها مصدراً هاماً من مصادر الطاقة . فبعد تناول الدهون تتم عملية الحلمأة بواسطة أنزيم الليباز إلى حموض دسمة وأحاديات الغليسيريد ، وبعد امتصاص هذه الأخيرة إلى الخلايا المخاطية للأمعاء يعاد في الهيولا تصنيع الغليسيريدات الثلاثية مرة أخرى ويتشكل ما يعرف باسم الدقائق الكيلوسية (Chylomicrons) ، وهي عبارة عن قطيرات دهنية مجهرية كروية تتشكل أساساً من ثلاثيات الغليسيريد مع جزء صغير من الشحميات الفسفورية وأسترات الكولسترول وكلها محاطة بجزيئات بروتينية . وهكذا يتم نقل الشحميات في المصورة على هذه الهيئة من المعقدات والتي تسمى بالبروتينات الشحمية (Lipoprotein) ، والتي تتشكل من نواة من شحميات كارهة للماء محاطة بغلاف بروتيني نوعي جداً يعرف باسم البروتين الصميمي (Apoprotein). وقد حددت هوية عدد لا بأس من البروتينات الشحمية ، من بينها الدهون عالية الكثافة ، الدهون منخفضة الكثافة ، الدهون منخفضة الكثافة جداً (HDL و LDL و VLDL) (العواد ،2005) . يقوم الـ HDL بنقل الكولسترول من مختلف الأعضاء إلى الكبد ليستقلب ويطرح خارج الجسم (العواد، 2005). تشير المعطيات الإكلينيكية إلى أنّ فرط كولسترول الدم هو عامل الخطورة الأساسي في حدوث الأمراض القلبية الوعائية عند الإنسان ، كما أصبحت الأمراض القلبية الوعائية المسبب رقم واحد للموت عند الإنسان في الولايات المتحدة الأمريكية منذ عام 1990 (Rosamond *et al*., 2008). في الدراسة المقدمة من قبل (Smith *et al* .,2004) تبين بأنّ الأمراض القلبية الوعائية سبب أساسي لوفاة ما يقارب / 17/ مليون شخص سنويّاً ، كما أنّ المستويات المرتفعة للـLDL-C والشحوم الثلاثية في بلازما الدم بالمقارنة مع المستويات المنخفضة

للHDL-C مترابطة مع زيادة خطورة أمراض القلب التاجية. تعتبر الأغذية الغنية بالأحماض الدسمة المشبعة عامل الخطورة الأساسي لفرط شحوم الدم في المجتمعات المترفة Nielsen *et al.*, (1995). يعتبر فرط كولسترول الدم السبب الرئيسي للتصلب العصيدي كما أنه المسؤول عن القسم الأكبر من الأمراض القلبية الوعائية والوفاه في البلدان الغربية ، كما يوصى بإنقاص مستوى الأحماض الدسمة المشبعة في الغذاء في هذه المجتمعات (Carleton et *al.*, 1991). بيّن White *et al.*, 1997; Bennett *et al.*, 1995; Sessions and Salter, 1994) (Salter *et al.*, 1998; بأن الهمستر السوري الذهبي ذو أهمية وفائدة كبيرة في دراسة استجابة البروتينات الشحمية للتغذية على الكولسترول والدهون. في الدراسة المقدمة من قبل (Mangiapane *et al.*, 1999) والتي أجريت على الهمستر السوري الذهبي أحدثت العليقة المضاف لها (زيت جوز الهند بنسبة 150غ/كغ عليقة والكولسترول بنسبة 30غ/كغ عليقة) آفة في الأبهر الصاعد والقوس الأبهرية وذلك بعد أربعة أسابيع من التغذية ، وازداد تطور الآفة عندما استمرت التغذية لمدة / 8 /أسابيع ، كما بيّنت هذه الدراسة أنّ إزالة الكولسترول من هذه العليقة أوقف تطور الآفة. لقد أثبت (Perona *et al.*, 2003) انخفاض الكولسترول الكلي عند الإنسان بعد استهلاك VOO1 (زيت الزيتون البكر المضاف له حمض الأوليك). أكدّ (Kris-Etherton and Shaomei.,1997) بأنّ الأغذية الحاوية على الأحماض الدسمة غير المشبعة وحيدة الرابطة المضاعفة كحمض الأوليك لها تأثير مخفّض لكولسترول الدم. بيّن (EL-beshbishy *et al* ., 2006) بأنّ التجريع الفموي للكولسترول 2% وزيت جوز الهند 25% لذكور جرذان (Wister) لمدة /21/ يوم أحدث زيادة معنوية في تركيز الكولسترول الكلي في بلازما الدم قدرها /303%/ بالمقارنة مع الشاهد الطبيعي. إنّ الدراسات حول تأثير التغذية على تركيز الـ TC و الـ HDL-C مازالت قليلة ، يتضح أحياناً تضارب في الآراء حول تأثير الزيوت والشحوم على مكونات الدم من الليبيدات والليبيدات البروتينية ونظراً لأهمية نتائج هذا البحث في مجال صحة الإنسان والوقاية من الأمراض القلبية والوعائية فإننا نجد أنفسنا أمام الأهداف التالية: دراسة محتوى المصورة الدموية عند حيوانات الهمستر السليمة من الـ TC والـ HDL-C (مجموعة الشاهد) وكذلك دراسة محتواها عند حيوانات الهمستر السليمة من المع يارين السابقين بعد تناول زيت الزيتون والسمن البلدي وكذلك زيت الزيتون المضاف له حمض الأوليك بنسبة 10%.

MATERIALS and METHODS
مواد وطرائق البحث

حيوانات التجربة والتغذية: شملت الدراسة /128/ همستراً جميعها كانت من الذكور السليمة صحيّاً ، حيث تراوح وزن الذكر الواحد من /125-150/غ ، كما تراوح عمر الذكر الواحد /20-22/ أسبوعاً . قسّمت هذه الحيوانات عشوائياً إلى أربع مجموعات ، حيث شملت كل مجموعة /32/ همستراً ، وكان نظام التربية منفصلاً، حيث وضع كل همستر بمفرده ، وكانت درجة الحرارة ضمن الحظيرة 28 درجة مئوية وطبق نظام (12 ساعة ضوء + 12 ساعة ظلام) بحسب (Martinez *et al*,. 2004). غذيّت المجموعات الأربعة على الطعام المخبري (علف دواجن محبب مرحلة ثانية لا تتجاوز نسبة الدهن فيه 3%) ، تركت الحيوانات لمدة /15/ يوم بهدف التأقلم على هذا الوضع بحسب (Jain *et al* ., 2008). بعد انتهاء فترة التأقلم تم إطلاق التجربة وكانت تسمية ومعاملة كل مجموعة كما يلي: المجموعة الأولى (الشاهد) تتناول الطعام المخبري فقط وبشكل حر، في حين تناولت المجموعة الثانية (مجموعة السمن البلدي) الطعام المخبري بشكل حر بالإضافة لتجريع السمن البلدي لكل همستر بجرعة مقدارها 8غ/كغ من وزن الجسم يومياً بأداة خاصة تضمن وصول الجرعة كاملةً إلى التجويف الهضمي لكل همستر. وعوملت المجموعة الثالثة (مجموعة زيت الزيتون) نفس معاملة المجموعة السابقة لكن الدهن المجرّع هو زيت الزيتون. وكذلك المجموعة الرابعة (مجموعة زيت الزيتون+حمض الأوليك) لكنّ الدهن المجرّع هو زيت الزيتون المضاف له حمض الأوليك بنسبة 10%.

جمع عينات الدم والقياسات الدموية

جمع العينات الدموية: تم سحب الدم عن طريق ثقب الجيب الخلف الحجاجي بواسطة أنابيب شعرية مطلية بمانع تخثر (الهيبارين) بحسب (Wilson *et al*., 2006) وذلك بعد تصويم الحيوانات مدة 16 ساعة وتخديرها بواسطة الإيتر، حيث جمع ما يقارب 1 إلى 1.5 ميلي دم في كل مرة ، يبلغ حجم الدم الدائر بحدود (65- 80 مليلتر دم/كغ من وزن الجسم) (Harkness and Wagner, 1995). ثفلت العينات بسرعة (3000) دورة / د ولمدة 10 دقائق وذلك بهدف الحصول على البلازما وبعد ذلك وضعت الأخيرة بأنابيب أبندروف Appenedrof tube وحفظت بدرجة حرارة /-20/ درجة مئوية تحت الصفر بحسب (Jain *et al*., 2008) لحين إجراء الاختبارات.

القياسات الدموية: لقد أنجزت الاختبارات الكيمياحيوية على عينات البلازما وذلك باستخدام جهاز (Spectrophotometer) 20GENESYS من شركة Spectronic Unicam. تمت معايرة

الكولسترول الكلي بالطرق الإنزيمية باستخدام الزمر الكيميائية المعيارية ذات الرقم (11505) لشركة BIOSYSTEMS ، بحسب (Allain *et al.*, 1974). من أجل معايرة الكولسترول-HDL بالطرق الإنزيمية استخد منا الزمر الكيميائية المعيارية ذات الرقم (11523) لشركة BIOSYSTEMS ، تم دمج الـ VLDLو الـLDL ودعيت الـLDL ، بعد ذلك رسبت الـLDL باستخدام: **(phosphotungstate and magnesium ions)** بحسب (Weingand and Daggy 1990) ومن ثم حسب تركيز الـHDL في الطافي.

التحليل الإحصائي: تم حساب قيمة P وذلك في كل مجموعة معاملة وفي كل مرحلة من مراحل التجربة الأربعة بطريقة تحليل التباين وحيد الاتجاه (One-Way ANOVA).

RESULTS
النتائج

لقد أظهرت حيوانات الهمستر بشكل عام تحمّلاً جيّداً للتجريع الفموي اليومي للدهون المختلفة خلال مراحل التجربة الأربعة. فبعد أربعة أسابيع من المعاملة كان هناك ارتفاعاً معنويّاً في قيم الـTC في كل مجموعات الدهون الثلاثة بالمقارنة مع المجموعة الشاهدة ($p<0.0002$) ، لكنّ الـTC لمجموعة الأوليك كان الأقل ارتفاعاً بالمقارنة مع الشاهد ($p=0.0001$) ، كان هناك انخفاضاً معنوياً في الـ TC لمجموعة الأوليك بالمقارنة مع زيت الزيتون والسمن البلدي($p=0.0000$) . أما بالنسبة للـ HDL-C فكان هناك ارتفاعاً معنويّاً في قيمه في كل من مجموعات الدهون الثلاثة بالمقارنة مع الشاهد ($p=0.0000$)، كما كانت قيمته في مجموعة زيت الزيتون مرتفعة معنويّاً بالمقارنة مع السمن البلدي ($p=0.009$) والأوليك ($P=0.0000$) ، كما ارتفعت قيمته في السمن البلدي معنويّاً بالمقارنة الأوليك ($p=0.0002$)، لكنّ النسبة HDL-C/TC كانت مرتفعة معنوياً في مجموعة الأوليك بالمقارنة مع السمن البلدي وزيت الزيتون والشاهد ($p=0.0000$)، بينما لم يكن هناك فرقاً معنوياً في هذه النسبة بين مجموعة الشاهد والسمن البلدي وزيت الزيتون. بعد/8/ أسبوع من المعاملة: كان هناك ارتفاعاً معنوياً في الـ TC لكل من مجموعة زيت الزيتون والسمن البلدي ($p=0.0000$) بالمقارنة مع الشاهد ، بينما لم يكن هناك فرقاً معنوياً بين الأوليك والشاهد ($p=0.422$) ، كذلك الأمر بالنسبة لزيت الزيتون مع السمن البلدي ($p=0.703$). بالنسبة للHDL-C فكان هناك ارتفاعاً معنويّاً في قيمه في كل من مجموعات الدهون الثلاثة بالمقارنة مع الشاهد ($p=0.0000$)، كما كانت قيمته في مجموعة زيت الزيتون مرتفعة معنويّاً بالمقارنة مع السمن البلدي والأوليك ($P=0.0000$) ، وعلى خلاف المرحلة السابقة كانت

قيمته في مجموعة الأوليبك مرتفعة معنويّاً بالمقارنة مع السمن البلدي (p=0.0000) ، ومن الجدير ذكره أن قيمة الـHDL-C في كل من مجموعتي زيت الزيتون والأوليبك مرتفعة بشكل معنوي بالمقارنة مع المرحلة السابقة. أمّا النسبة HDL-C/TC فكانت مرتفعة معنوياً في مجموعة الأوليبك بالمقارنة مع السمن البلدي وزيت الزيتون والشاهد (p=0.0000) ، كما كانت هذه النسبة مرتفعة معنويّاً في مجموعة زيت الزيتون بالمقارنة مع مجموعتي السمن البلدي والشاهد (p=0.0000) ، بينما كانت منخفضة معنويّاً في مجموعة السمن البلدي بالمقارنة مع الشاهد (p=0.0000). بعد/12/أسبوع من المعاملة: ارتفاع معنوي في الـ TC لمجموعات الدهون الثلاثة بالمقارنة مع الشاهد (p=0.0000)، كما لوحظ ارتفاعاً معنويّاً في TC مجموعة السمن البلدي بالمقارنة مع مجموعة زيت الزيتون (p=0.0000) وارتفاع معنوي في TC مجموعة الأوليبك بالمقارنة مع مجموعة زيت الزيتون (p=0.0001). بالنسبة للـHDL-C فكان هناك ارتفاعاً معنويّاً في قيمه في كل من مجموعتي زيت الزيتون والأوليبك بالمقارنة مع الشاهد (p=0.0000) ،كذلك كان هناك ارتفاعاً معنويّاً بقيمته في السمن البلدي مقارنةً مع الشاهد (p=0.0002)، بينما كان هناك انخفاضاً معنويّاً بقيمته في مجموعة السمن البلدي بالمقارنة مع زيت الزيتون والأوليبك (p=0.0000)، كذلك لوحظ انخفاضاً معنويّاً بقيمته في مجموعة زيت الزيتون بالمقارنة مع الأوليبك (p=0.0000)، ومن الجدير ذكره أنّ قيمة الـ HDL-C في مجموعة الأوليبك في هذه المرحلة مرتفعة معنويّاً بالمقارنة مع المرحلة السابقة. أمّا النسبة HDL-C/TC فكانت منخفضة بشكل معنوي في مجموعة السمن البلدي بالمقارنة مع مجموعات الشاهد وزيت الزيتون والأوليبك (p=0.0000) ، بينما لوحظ ارتفاعاً معنويّاً في هذه النسبة في كل من مجموعة زيت الزيتون والأوليبك (p=0.0000) بالمقارنة مع الشاهد ، كذلك لوحظ ارتفاعاً معنويّاً في هذه النسبة في مجموعة الأوليبك بالمقارنة مع مجموعة زيت الزيتون (p=0.0002). بعد / 16/ أسبوع من المعاملة: ارتفاع معنوي في قيّم TC السمن البلدي وزيت الزيتون بالمقارنة مع الشاهد(p=0.000) ، بينما كانت قيمته في مجموعة الأوليبك منخفضة معنويّاً بالمقارنة مع الشاهد (p=0.0000)، كما لوحظ انخفاضاً معنويّاً في قيمته لمجموعة الأوليبك بالمقارنة مع زيت الزيتون والسمن البلدي(p=0.0000) ، بينما لم يكن هناك فرقاً معنويّاً في قيمته بين مجموعتي زيت الزيتون والسمن البلدي (p=0.625). أما بالنسبة للـ HDL-C فقد لوحظ ارتفاعاً معنويّاً في قيمته في مجموعة زيت الزيتون بالمقارنة مع الشاهد والسمن البلدي وحمض الأوليبك (p=0.0000) ، بينما لم يكن هناك أي فرق معنوي في قيمته بين الشاهد والسمن البلدي (p=0.74)، لوحظ ارتفاعاً معنويّاً في قيمته في مجموعة الأوليبك بالمقارنة مع الشاهد (p=0.0002). أمّا النسبة HDL-

C/TC فكانت منخفضة بشكل معنوي في السمن البلدي بالمقارنة مع الشاهد وزيت الزيتون والأوليبك (p=0.0000)، وكان هناك ارتفاعاً معنويّاً في هذه النسبة في مجموعة الأوليبك بالمقارنة مع مجموعة زيت الزيتون.

الجدول رقم 1:

تأثير تناول السمن البلدي وزيت الزيتون وزيت الزيتون المضاف له حمض الأوليبك بنسبة 10% على تركيز الـ(TC) الكولسترول الكلي في بلازما الدم عند الهمستر خلال مراحل التجربة الأربعة.

المجموعة	TC ملغ/دل /4/ أسبوع	TC ملغ/دل /8/ أسبوع	TC ملغ/دل /12/ أسبوع	TC ملغ/دل /16/ أسبوع
الشاهد	a 39.43±1.97	a 54.5±3.26	a 51.16±2.96	a 59.71±1.18
السمن البلدي	b 67.53±1.08	B 74.99±3.25	b 82.71±3.73	b 76.62±3.89
زيت الزيتون	c 72.09±2.78	B 75.56±2.61	c 71.48±1.50	b 75.63±3.99
زيت الزيتون+ حمض الأوليبك	d 46.08±2.68	A 55.77±2.87	d 77.67±2.87	c 54.14±2.27

تشير الاختلافات في الأحرف الإنكليزية إلى وجود فروقات معنوية حيث $p<0.05$ وذلك ضمن العمود الواحد، (n=8) .

الجدول رقم 2:

تأثير تناول السمن البلدي وزيت الزيتون وزيت الزيتون المضاف له حمض الأوليبك بنسبة 10% على تركيز (HDL-C) الكولسترول –HDL في بلازما الدم عند الهمستر خلال مراحل التجربة الأربعة.

المجموعة	HDL-C ملغ/دل /4/ أسبوع	HDL-C ملغ/دل /8/ أسبوع	HDL-C ملغ/دل /12/ أسبوع	HDL-C ملغ/دل /16/ أسبوع

الشاهد	a 23.94±1.86	A 32.98±1.51	a 36.41±1.98	a 43.38±1.08
السمن البلدي	b 39.30±1.41	B 37.51±1.38	b 41.29±1.81	a 43.00±2.99
زيت الزيتون	c 42.77±2.91	C 55.43±2.03	c 55.95±0.95	b 61.92±1.86
زيت الزيتون+ حمض الأوليبك	d 34.99±2.06	d 46.83±1.76	d 64.59±2.54	c 46.97±1.66

تشير الاختلافات في الأحرف الإنكليزية إلى وجود فروقات معنوية حيث $p<0.05$ وذلك ضمن العمود الواحد، (n=8) .

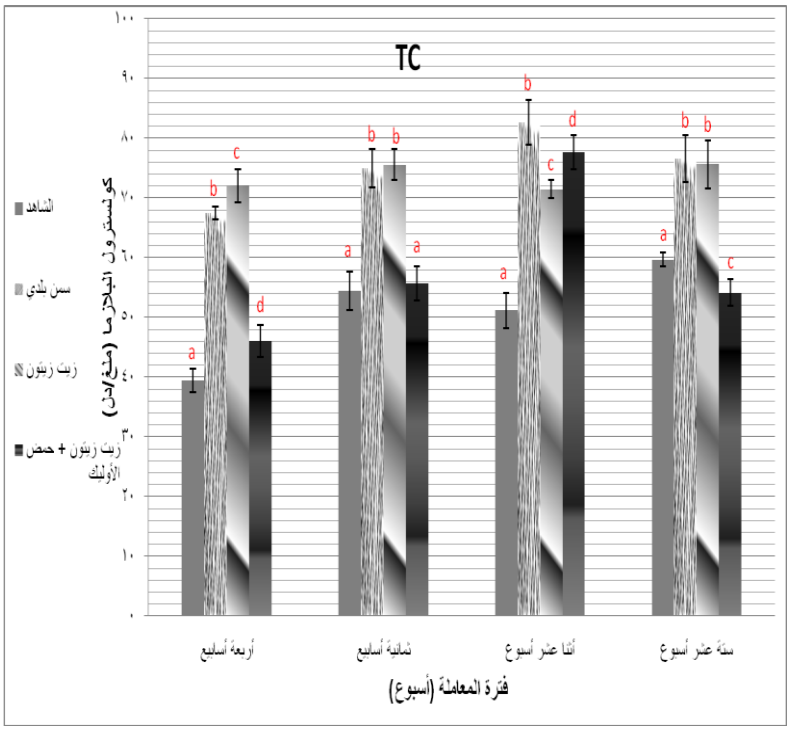
الجدول رقم 3:

تأثير تناول السمن البلدي وزيت الزيتون وزيت الزيتون المضاف له حمض الأوليبك بنسبة 10% على النسبة HDL-C/TC في بلازما الدم عند الهمستر خلال مراحل التجربة الأربعة.

المجموعة	HDL-C/TC /4/ أسبوع	HDL-C/TC /8/ أسبوع	HDL-C/TC /12/ أسبوع	HDL-C/TC /16/ أسبوع
الشاهد	a 0.6±0.05	a 0.6±0.02	a 0.71±0.03	a 0.72±0.02
السمن البلدي	a 0.58±0.02	b 0.5±0.02	b 0.5±0.02	b 0.56±0.02
زيت الزيتون	a 0.59±0.03	c 0.73±0.03	c 0.78±0.02	c 0.81±0.02
زيت الزيتون+ حمض الأوليبك	b 0.76±0.04	d 0.84±0.01	d 0.83±0.01	d 0.86±0.02

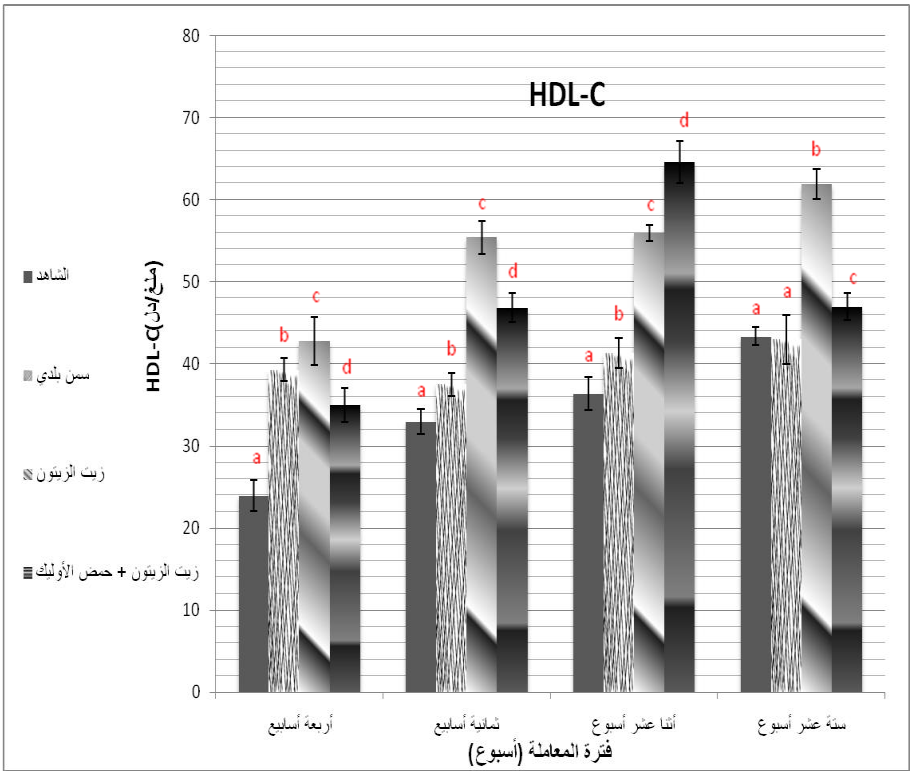
تشير الاختلافات في الأحرف الإنكليزية إلى وجود فروقات معنوية حيث $p<0.05$ وذلك ضمن العمود الواحد، (n=8).

الشكل رقم (1): تركيز الTC مقدّراً بالملغ/دل في بلازما الدم عند الهمستر في كل من مجموعات (الشاهد والسمن البلدي وزيت الزيتون وزيت الزيتون المضاف له حمض الأوليبك بنسبة 10%) خلال مراحل التجربة الأربعة ، تشير اختلافات الأحرف الإنكليزية ضمن كل مرحلة تغذية إلى وجود الفروق المعنوية، حيث أنّ ($p<0.05$) ، (n=8).



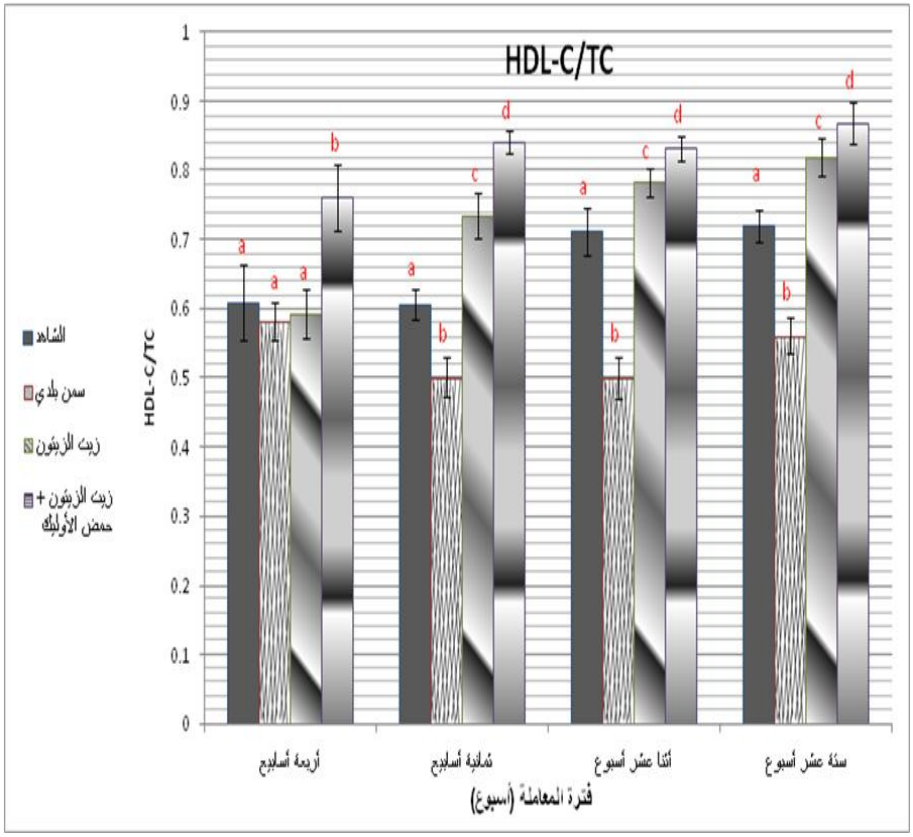
مع تقدم العمر ارتفع منسوب الTC لأعلى مستوى له بعد /16/ أسبوع من بداية التجربة وذلك عند الحيوانات الشاهدة. في حين أظهر السمن البلدي الارتفاع المعنوي الأكبر في المنسوب وأثبت التغيير الأعلى بعد/12/ أسبوع من بداية التجربة. ظهر الانخفاض المعنوي في مجموعة الأوليك بالمقارنة مع الحيوانات الشاهدة بعد /16/ أسبوع من التجربة .

الشكل رقم (2): تركيز الكولسترول -HDL مقدّراً بالملغ/دل في بلازما الدم عند الهمستر في كل من مجموعات (الشاهد والسمن البلدي وزيت الزيتون وزيت الزيتون المضاف له حمض الأوليك بنسبة 10%) خلال مراحل التجربة الأربعة ، كما تشير اختلافات الأحرف الإنكليزية ضمن كل مرحلة تغذية إلى وجود الفروق المعنوية، حيث أنّ ($p<0.05$) ، ($n=8$).



مع تقدم العمر ارتفع منسوب الHDL-C لأعلى مستوى له بعد /16/ أسبوع من بداية التجربة وذلك عند الحيوانات الشاهدة. في حين أظهرت مجموعة الأوليك الارتفاع المعنوي الأكبر في المنسوب وأثبت التغيير الأعلى بعد/12/ أسبوع من بداية التجربة.

الشكل رقم (3): يمثل النسبة HDL-C/TC في بلازما الدم عند الهمستر في كل من مجموعات (الشاهد والسمن البلدي وزيت الزيتون وزيت الزيتون المضاف له حمض الأوليبك بنسبة 10%) خلال مراحل التجربة الأربعة، كما تشير اختلافات الأحرف الإنكليزية ضمن كل مرحلة تغذية إلى وجود الفروق المعنوية، حيث أنّ (p<0.05) ، (n=8).



أظهرت مجموعة الأوليبك ارتفاعاً معنويّاً في النسبة HDL-C/TC بالمقارنة مع كل المجموعات وفي كل مراحل التجربة وأثبت التغيير الأعلى بعد/16/ أسبوع من بداية التجربة. في حين انخفضت هذه النسبة مع تقدم العمر في مجموعة السمن البلدي بالمقارنة مع المجموعة الشاهدة بعد /8/ أسبوع ولوحظ الانخفاض المعنوي الأكبر بعد /12/ أسبوع من المعاملة.

DISCUSSION
المناقشة

صمّمت هذه الدراسة للتقصّي عن تأثير أهم الدهون المستهلكة (السمن البلدي وزيت الزيتون) على منسوب الليبيدات البروتينية في تيّار الدم عند الهمستر، كما تضمنت فكرة جديدة يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار في الصناعات الغذائية ألا وهي التقصي عن تأثير زيت الزيتون بعد إضافة حمض الأوليك. لقد استخدمنا الهمستر في هذا البحث ، حيث تبيّن أن استخدام ذكور الهمستر أمر مفيد لدراسة استقلاب البروتينات الشحمية ، وكان جليّاً المزايا التي تميزت بها هذه الحيوانات عن أصناف الحيوانات الصغيرة الأخرى وهذا الأمر متوافق ومؤيّد تماماً مع العديد من الأبحاث ، حيث ذكر (Spady *et al.*, 1993) أنّ حيوان الهمستر تميّز بحجمه الصغير وبسهولة التعامل معه وأصبح نموذج شائع الاستخدام لتأثيرات التغذية على استقلاب البروتينات الشحميّة. استنتج الباحث (Mangiapane *et al.*, 1999) أنّ الهمستر السوري الذهبي طراز هام ومفيد لإستقلاب البروتينات الشحمية ودراسة تطور وانحسار التصلب العصيدي عند الإنسان، كما أنّ دراسات عديدة استخدمت ذريات متعددة من الهمستر ومجالات غذائية متداخلة وكان الهدف منها إنجاز حالة التصلب العصيدي ، لقد أعيقت دراسات مفصّلة عن انحسار التصلب العصيدي بشكل متكرر بسبب طراز الحيوان المختار وطول فترة التجربة المطلوبة. استمرت مدة المعاملة في البحث الحالى /16/ أسبوع وتوافق هذا الأمر جزئيّاً وكلياً مع العديد من الدراسات ، حيث استمرت الدراسة المقدمة من قبل (Mangiapane *et al.*, 1999) على ذكور الهمستر السوري الذهبي لمدة /4/ أسابيع ، في بحث آخر من قبل (Nicolosi *et al.*, 2004) باستخدام ذكور الهمستر السوري الذهبي استمرت الدراسة لمدة /12/ أسبوع، وفي البحث المقدم من قبل (Wilson *et al.*, 2004) استمرت التجربة على ذكور الهمستر السوري الذهبي مدة /8/ أسابيع. إنّ هناك قلّة في الأبحاث المجراة عن تأثير زيادة نسبة حمض الأوليك في زيت الزيتون على مكونات الدم من الليبيدات والليبيدات البروتينية عند الإنسان، وإن هذه الأبحاث قد لا تعطي نتائج دقيقة في هذا المجال بسبب التداخلات الغذائية الحاصلة للمركبات العضوية الأساسية حيث يمكن استحداث الكولسترول من مصادر غير دهنية وهذا الأمر سينعكس سلباً على دقة النتائج، كذلك الأمر فإن الأبحاث التي درست وبدقة تأثير زيادة نسبة حمض الأوليك في زيت الزيتون على مكونات الدم من الليبيدات البروتينية عند حيوانات التجربة التي تم ضبط غذائها وبدقة قليلة جداً. ترتبط تأثيرات الدهون المختلفة على مكونات الدم المدروسة في البحث الحالى مع محتوياتها المختلفة من

الأحماض الدسمة المشبعة والغير مشبعة ، حيث بات معروفاً أنّ التغذية على الأحماض الدسمة تلعب دوّراً هامّاً في تطور محتوى الدهون في تيار الدم (Sheril *et al*., 2009). ومن المعلوم أن زيت الزيتون يحوي نسبة مرتفعة من حمض الأوليليك (حمض دسم غير مشبع وحيد الرابطة المضاعفة)، حيث بيّن (Kris-Etherton and Shaomei., 1997) بأنّ الأغذية الحاوية على الأحماض الدسمة غير المشبعة وحيدة الرابطة المضاعفة كحمض الأوليليك لها تأثير مخفّض لكولسترول الدم ، والنتائج التي توصلت لها الدراسة الحالية تؤكد ذلك. لقد كان واضحاً في هذه التجربة التأثير الإيجابي للـ MUFA (أحماض دسمة غير مشبعة وحيدة الرابطة المضاعفة) الموجودة بنسبة عالية في زيت الزيتون على تركيز الـ HDL-C ، حيث سبب زيت الزيتون ارتفاعاً معنويّاً في قيمة الـ HDL-C بالمقارنة مع السمن البلدي وزيت الزيتون المضاف له حمض الأوليليك وذلك في أغلب مراحل التجربة ، لكنّ الكولسترول الكلي كان متقارباً في مجموعتي السمن البلدي وزيت الزيتون في أغلب مراحل التجربة بل أكثر من ذلك حيث كانت قيمته أحياناً مرتفعة معنويّاً في مجموعة زيت الزيتون بالمقارنة مع السمن البلدي. بدأ ظهور تأثير إضافة حمض الأوليليك لزيت الزيتون في المرحلة الأولى من التجربة حيث كان منسوب الـ TC منخفضاً معنويّاً في مجموعة الأوليليك بنسبة 36% بالمقارنة مع زيت الزيتون وبقي هذا المنسوب منخفضاً معنويّاً في أغلب مراحل التجربة. كل ما سبق يبين أنه لا يمكن الحكم على نتائج هذا البحث من خلال زاوية واحدة أو من خلال حساب قيمة الـ TC لوحدها أو قيمة الـHDL-C فقط بل لابد من اللجوء لمعيار آخر يحسم النتائج بدقة ، ومن هنا تأتي أهميّة حساب النسبة HDL-C/TC حيث كانت مرتفعة معنويّاً في مجموعة الأوليليك بالمقارنة مع زيت الزيتون والسمن البلدي وكذلك الشاهد في كل مراحل التجربة ، ولهذا الأمر دلالة كبيرة تصب في سلامة القلب والأوعية الدموية ، بينما لم يكن هناك فرقاً معنويّاً في هذه النسبة بين زيت الزيتون والسمن البلدي في المرحلة الأولى من التجربة ، كما بدأت النسبة HDL-C/TC تنخفض معنويّاً في مجموعة السمن البلدي بالمقارنة مع زيت الزيتون والشاهد بدءاً من المرحلة الثانية من التجربة وحتى المرحلة الرابعة وهذا الأمر يظهر خطورة السمن البلدي على الأوعية الدموية. إن حساب النسبة HDL-C/TC أو النسبة TC/HDL-C له أهمية كبيرة ، حيث ذكر (Kinosian *et al*., 1994) بأنّ نسبة الـ TC إلى الـ HDL-C هي أفضل مقياس لتحديد خطورة الأمراض القلبية الوعائية من حساب الـ LDL-C. لم تتطابق نتائج بحثنا هذا مع ما جاء به (Wilson *et al*., 2004) من حيث منسوب الـ HDL-C عند الهمستر السوري الذهبي حيث بيّن الباحث عدم وجود فروقات معنوية في تركيز الـ HDL-C بين مجموعة زيت الزيتون ومجموعة زيت جوز الهند، لكن كان هناك انخفاضاً معنويّاً في النسبة TC/HDL-C

مقداره 23% في مجموعة زيت الزيتون بالمقارنة مع مجموعة زيت جوز الهند ، حيث تطابقت نتائج دراستنا مع هذه الحقيقة الأخيرة التي بيّنت ضرورة وأهمية حساب النسبة HDL-C/TC أو النسبة TC/HDL-C. كما توافقت نتائج هذه الدراسة مع ما جاء به (Tzang *et al*., 2009) حيث استنتج الأخير وشركاه ارتفاعاً معنوياً في كولسترول الدم (TC) في كل من مجموعتي الزبدة وجوز الهند بالمقارنة مع زيت بذر الكتان وكذلك ارتفاعاً معنوياً في تركيز الـ HDL-C في مجموعة زيت جوز الهند بالمقارنة مع مجموعة زيت بذر الكتان وذلك بعد / 3/ أسابيع من المعاملة عند الهمستر السوري الذهبي ، لكنّ النسبة HDL-C/TC كانت مرتفعة معنويّاً في مجموعة زيت بذر الكتان بالمقارنة مع مثيلتها في كل من مجموعة الزبدة وزيت جوز الهند (وهذا الأمر يؤكد من جديد ضرورة حساب النسبة HDL-C/TC في حسم نتائج أي دراسة تتعلق بالكولسترول الكلي وأقسامه) .

إنّ دراسات عديدة بيّنت أنّ القوت الدهني المحتوي على أحماض دسمة مشبعة ذات السلسلة 16:0– 12:0 يزيد من منسوب الكولسترول الكلي (1997) *Kris-Etherton and Shaomei* ولقد تطابقت نتائج دراستنا (من حيث السمن البلدي) مع ما أقرّه الباحثان السابقان. بيّن (Mata *et al*., 1992) أنّ الأغذية المحتوية على زيت الزيتون كان لها تأثير مخفّض للكولسترول الكلي بدون انخفاض الـ HDL–C من خلال الدراسة التي أجريت على رجال ونساء أصحّاء ، لم تتطابق نتائج دراستنا مع هذه الدراسة حيث لم ينخفض في دراستنا مستوى الكولسترول الكلي في مجموعة زيت الزيتون. من جهة أخرى توافقت نتائج دراستنا مع ما أثبته (Acı´n *et al*., 2007) من حيث أنّ العليقة المضاف لها زيت الزيتون المثالي بنسبة 10% أحدثت زيادة معنوية في الكولسترول الكلي، وتخالفت معها من نقطة الزيادة الغير معنوية في منسوب الـ HDL-C في بلازما الدم بالمقارنة مع الفئران التي تناولت العليقة الشاهدة وذلك بعد / 11/ أسبوع من المعاملة . يعود الارتفاع المعنوي الواضح في تركيز الـTC في بلازما دم الهمستر المعامل بالسمن البلدي بالمقارنة مع باقي الدهون المستخدمة في دراستنا للنسبة الكبيرة للأحماض الدسمة المشبعة الموجودة في السمن البلدي ، الأمر الذي أدى إلى انخفاض في مستقبلات الـLDL-C وتراجع القدرة على تقويض الكولسترول وعزله خارج الجسم . عزى الباحث (Mustad *et al*., 1997) المستويات المرتفعة لتركيز الـLDL-C في بلازما دم الجرذان المغذاة على عليقة فرط الكولسترول إلى الخسارة المنتظمة في مستقبلات الـ LDL ، وذلك بسبب زيادة تركيز الكولسترول والأحماض الدسمة الموجودة في العليقة. لقد كان واضحاً في الدراسة الحالية التأثير المفيد والهام الذي أحدثته زيادة نسبة حمض الأوليك في زيت الزيتون على تركيز الـTC والـHDL-C وبالتالي على النسبة HDL-C/TC وذلك بالمقارنة مع زيت الزيتون العادي وظهر التأثير الأعظمي والهام في نهاية التجربة

عندما انخفض الـTC معنويّاً في مجموعة الأوليك بالمقارنة مع المجموعة الشاهدة وهذا الأمر له أهمية كبيرة وبخاصة أنه يحدث مع تقدم عمر الهمستر. توافقت نتائج البحث الحالى مع الدراسة التي أجراها (Perona *et al*., 2003) والذي أقرّ بانخفاض الكولسترول الكلي عند الإنسان بعد استهلاك زيت الزيتون البكر المضاف له حمض الأوليك ، فسّر ذلك من خلال انخفاض مستوى الكولسترول في جزيئات الـVLDL ، حيث يشتق من الأخيرة الـ LDL الحاوي على تركيز كبير من الكولسترول المؤستر. ومن المعروف بشكل جيّد أنّ جزيئات الـ LDL البلازمية تستمد أساساً من تحلل الشحوم داخل الأوعية الدموية ومن إعادة بناء الـ VLDL في الكبد (Packard and Shepherd 1998) ، حيث أشارت براهين عديدة إلى أنّ التركيب والخواص الإستقلابية للـ LDL مرتبطة بشكل خالص بجوهر سابقتها الـ VLDL (Guerin *et al*., 2000). نستخلص من ذلك إنّ زيادة نسبة حمض الأوليك قد أحدثت انخفاضاً في الكولسترول المؤستر الداخل في تركيب الـ VLDL والذي بدوره يعتبر الأساس في عملية بناء الـ LDL ، وعليه انخفاض منسوب الـ TC. قد يفسّر ارتفاع منسوب الـ HDL-C ومنه زيادة النسبة HDL-C/TC بعد تناول زيت الزيتون المضاف له حمض الأوليك في دراستنا هذه من خلال زيادة عدد مستقبلات الـ LDL الأمر الذي يقود إلى زيادة تقويض الـLDL وانخفاض منسوبه في تيار الدم وبالتالي ارتفاع منسوب ا لـHDL-C . وأخيراً نشير بأن هناك من ذكر بأنّ سبب اعتبار الأحماض الدسمة الغير مشبعة من العوامل الخافضة لكولسترول الدم مازال مجهولاً. من جهة أخرى هناك تفسيرات عديدة من خلال الأبحاث العالمية حول سبب اعتبار الأحماض الدسمة الغير مشبعة من العوامل الخافضة لكولسترول الدم ، منها دور هذه الحموض في تنشيط إفراغ الكولسترول في الأمعاء وكذلك تنشيطها لأكسدة هذا المركب عند تحويله لحموض صفراوية ومن المحتمل أيضاً السرعة الكبيرة لإستقلاب أستيرات الكولسترول من قبل الكبد وبعض النسج الأخرى وهذا الأمر يعزز عمليتي دوران وإفراغ هذه الأستيرات.

CONCLUSIONS
الاستنتاجات

1 – بيّنت هذه الدراسة أنّ زيادة نسبة حمض الأوليك في زيت الزيتون هو عامل هام وإيجابي ، وعليه فإنّ زيت الزيتون الغني بحمض الأوليك أفضل من زيت الزيتون العادي ، وهو عامل

أساسي في زيادة النسبة HDL-C/TC وبالتالي الوقاية من التصلب العصيدي والأمراض القلبية ذات المنشأ الغذائي.

2 – أحدث السمن البلدي تأثيراً خطيراً على مكونات الدم من الليبيدات البروتينية وسبب انخفاضاً كبيراً في النسبة HDL-C/TC ، وهذا الانخفاض ناتج عن زيادة منسوب الكولسترول الكلي نتيجة لزيادة الـ LDL-C وعليه فإن السمن البلدي عامل مقترح وأساسي في حدوث التصلب العصيدي وتضيق الشرايين والسكتات القلبية.

3 – بيّنت هذه الدراسة أهمية عدم الاكتفاء بقياس منسوب الكولسترول الكلي فقط لتقدير سلامة القلب والأوعية الدموية بل لابد من تقدير منسوب الـ HDL-C ومن ثم حساب النسبة HDL-C/TC

4 – أظهر الهمستر تحمّلاً كبيراً لجرعات الدهون المتناولة لفترات طويلة ولذلك فهو طراز مفيد وهام كحيوان تجربة في اختبارات التغذية واستقلاب البروتينات الشحمية.

5 – يمكن الاستفادة من هذه الدراسة في الوقاية من الأمراض الوعائية والتصلب العصيدي عند الإنسان ، حيث يحتاج هذا الموضوع لمتابعة الدراسة والبحث.

REFERENCES

المراجع

المراجع العربية

1 – العواد ، عواد (2005) : الكيمياء الحيوية – منشورات جامعة البعث – كلية الطب البيطري.

المراجع الأجنبية

Acı´n, S.; Navarro, M.A.; Perona, J.S.; Mainar, J.M.; Surra, J.C.; Mario A.; Guzma´n, R.C.; Arnal, C.; Orman, I.; Segovia, J.C.O. and Ruiz-Gutierrez, V. (2007): Olive oil preparation determines the atherosclerotic protection in apolipoprotein E knockout mice Journal of Nutritional Biochemistry, 18: 418– 424.

Allain, C.C.; Poon, L.S. and Chen, C.S.G., et al. (1974): Enzymatic determination of total serum cholesterol. Clin Chem, 20: 470–5.

Bennett, A.J.; Billett, M.A.; Salter, A.M.; Mangiapane, E.H.; Bruce, J.S.; Anderton, K.L.; Marenah, C.B.; Lawson, N. and White, D.A. (1995): Modulation of hepatic lipoprotein B, 3-hydroxy-3-methyl-glutaryl- CoA reductase and low density lipoprotein

receptor mRNA and plasma lipoprotein concentrations by defined dietary fats. Biochemical Journal, 311: 167–173.

Carleton, R.A.; Dwyer, J.; Finberg, L.; Goodman, D.S.; Grundy, S.M.; Havas, S.; Hunter, G.T.; Kritchevsky, D.; Laver, R.M.; Luepker, R.V.; Ramirez, A.G.; Horn, L.V.; Stason, W.B. and Stokes, J. (1991): Report on the expert panel on population strategies for blood cholesterol reduction. A statement from the National Cholesterol Education Program, National Heart, Lung, and Blood Institute, *National Institutes of Health. Circulation*, 83: 2154-2232.

El-Beshbishy, H.A.; Singab, A.N.B.; Sinkkonen, J. and Pihlaja, K. (2006): Hypolipidemic and antioxidant effects of Morus alba L. (Egyptian mulberry) root bark fractions supplementation in cholesterol-fed rats. Life Sciences, 78: 2724–2733.

Guerin, M.; Lassel, T.S.; Le Goff, W.; Farnier, M. and Chapman, M.J. (2000): Action of atorvastatin in combined hyperlipidemia: preferential reduction of cholesteryl ester transfer from HDL to VLDL1 particles. Arterioscler Thromb Vasc Biol, 20: 189.

Harkness, J.E. and Wagner, E. (1995): The biology and medicine of rabbits and rodents. 4 th ed. Baltimore.

Jain, D.; Ebine, N.; Jia, X.; Kassis, A.; Marinangeli, C.; Fortin, M.; Beech, R.; Kevin, B.; Robert, H.; Moreau, A.; Kubow, S. and Peter, J.H. Jones (2008): Corn fiber oil and sitostanol decrease cholesterol absorption independently of intestinal sterol transporters in hamsters. Journal of Nutritional Biochemistry, 19: 229–236.

Kinosian, B.; Glick, H. and Garland, G. (1994): Cholesterol and coronary heart disease: Predicting risks by levels and ratios. Ann Intern Med , 121: 641-647.

Kris-Etherton, P.M. and Shaomei, Y. (1997): Individual fatty acid effects on plasma lipid and lipoproteins: human studies. Am J Clin Nutr, 65: 1628-44.

Mangiapane, E.H.; Martina, A.; McAteer, G.; Benson, M. and David, A. (1999): Modulation of the regression of atherosclerosis in the hamster by dietary lipids: comparison of coconut oil and olive oil, British Journal of Nutrition, 82: 401–409.

Martinez-Flores, E.; Chang, Y.K.; Martinez-Bustos, F. and Sgarbieri, V. (2004): Effect of high fiber products on blood lipids and lipoproteins in hamsters. Nutrition Research, 24: 85–93.

Mata, P.; Alvarez-Sala, L.; Rubio, M.; Nun˜o, J. and De Oya, M. (1992): Effects of long-term monounsaturated- vs polyunsaturated-

enriched diets on lipoproteins in healthy men and women. Am J Clin Nutr, 55: 846–50.

Mustad, V.A.; Etherton, T.D.; Cooper, A.D.; Mastro, A.M.; Pearson, T.A.; Jonnalagadda, S.S. and Kris-Etherton, P.M. (1997): Reducing saturated fat intake is associated with increased levels of LDL-receptors on mononuclear cells in healthy men and women. Journal of Lipid Research, 38: 459– 468.

Nicolosi, R.J.; Woolfrey, B.; Wilson, T.A.; Scollin, P.; Handelman, G. and Fisher, R. (2004): Decreased aortic early atherosclerosis and associated risk factors in hypercholesterolemic hamsters fed a high- or mid-oleic acid oil compared to a high-linoleic acid oil. Journal of Nutritional Biochemistry, 15: 540–547.

Nielsen, L.B.; Perleth-Espensen, Bbrge G.; Foged, N.E.; Kjeldsen, K. and Stender, S. (1995): Replacement of dietary saturated fat with monounsaturated fat: effect on atherogenesis in cholesterol-fed rabbits clamped at the same plasma cholesterol level. British Journal of Nutrition, 14: 509-521.

Packard, C.J. and Shepherd, J. (1998): Regulation of VLDL production in man: implications for coronary heart disease (CHD). In: Jacotot B, Mathe D, Fruchart J-C, eds. Atherosclerosis, Vol XI. Singapore: Elsevier Science, 789.

Perona, J.S.; Can˜izares, J.; Montero, E.; Sa´nchez-Domı, J.M. and Ruiz-Gutierrez, V. (2003): Plasma lipid modifications in elderly people after administration of two virgin olive oils of the same variety with different triacylglycerol composition, 89: 819.

Rosamond, W.; Flegal, K.; Furie, K.; Go, A.; Greenlund, K. and Haase, N. et al. (2008): Heart disease and stroke statistics. (2008): update: A report from the American Heart Association Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. Circulation, 117: 25–146.

Salter, A.M.; Mangiapane, E.H.; Bennett, A.J.; Bruce, J.S.; Bilett, M.A.; Anderton, K.L.; Marenah, C.B.; Lawson, N. and White, D.A. (1998): The effect of different dietary fatty acids on lipoprotein metabolism: concentration-dependent effects of diets enriched in oleic, myristic, palmitic and stearic acids. British Journal of Nutrition, 79: 195–202.

Sessions, V.A. and Salter, A.M. (1994): The effects of different dietary fats and cholesterol on serum lipoprotein concentrations in hamsters. Biochimica et Biophysica Acta, 1211: 207–214.

Sheril, A.; Jeyakumar, S.M.; Jayashree, T.; Giridharan, N.V. and Vajreswari, A. (2009): Impact of feeding polyunsaturated fatty

acids on cholesterol metabolism of dyslipidemic obese rats of WNIN/GR-Ob strain. Atherosclerosis, 204: 136–140.

Smith, J.R.; Jackson, S.C.; Pearson, R.; Fuster, T.A.; Yusuf, V.; Faergeman, S.; Wood, O.; Alderman, D.A.; Horgan, M.; Home, J.; Hunn, P. and Grundy, M.S.M. (2004): Principles for national and regional guidelines on cardiovascular disease prevention: a scientific statement from the World Heart and Stroke Forum. Circulation, 109: 3112–3121.

Spady, D.K.; Woollett, L.A. and Dietschy, J.M. (1993): Regulation of plasma LDL-cholesterol by dietary cholesterol and fatty acids. Annual Reviews of Nutrition, 13: 355–381.

Tzang; Bor-Show.; Yang; Shun-Fa.; Fu, Shih-Guei.; Yang, Hui-Chun.; Sun, Hai-Lun. and Chen, Yi-Chen. (2009): Effects of dietary flaxseed oil on cholesterol metabolism of hamsters. Food Chemistry, 114: 1450–1455.

Weingand, K.W. and Daggy, B.P. (1990): Quantitation of high- density lipoprotein cholesterol in plasma from hamsters by differential precipitation. Clin Chem, 36: 575.

White, D.A.; Bennett, A.J.; Billett, M.A. and Salter, A.M. (1997): Genetic determinants of plasma lipoprotein levels and their dietary response. Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids, 57: 455–462.

Wilson, T.A.; Kritchevsky, D.; Kotyla, T. and Nicolosi, R.J. (2006): Structured triglycerides containing caprylic (8:0) and oleic (18:1) fatty acids reduce blood cholesterol concentrations and aortic cholesterol accumulation in hamsters. Biochimica et Biophysica Acta, 1761: 345–349.

Wilson, T.A.; Nicolosi, R.J.; Yoganathan, G.H.S.; Kotyla, T.; Orthoefer, F. and Binford, P. (2004): Comparative effects of emu and olive oil on aortic early atherosclerosis and associated risk factors in hypercholesterolemic hamsters. Nutrition Research, 24:395–406.