تأثير الغمر بالماء البارد بين جرعتي جري في جو حار على بعض الاستجابات الفسيولوجية وزمن الجري في الجرعة الثانية

محمد فايز أبو محمد وسميرة محمد عرابي *

ملخص

هدفت هذه الدراسة إلى معرفة تأثير الغمر بالماء البارد بين جرعتي جري في جو حار على بعض الاستجابات الفسيولوجية وزمن الجري في الجرعة الثانية. استخدم التصميم الأعمى العشوائي لمجموعة واحدة ضمت 6 لاعبين اشتركوا في تجربتين (بفاصل 7 أيام) وبواقع جرعتين لكل تجربة. جرى اللاعبون 50 دقيقة على جهاز السير المتحرك بشدة متوسطة في مختبر (34-35 س) (الجرعة الأولى)، وأعقب ذلك فترة راحة (18 دقيقة) تخلّلها 12 دقيقة إما غمر بالماء البارد (تجربة الغمر) أو تجربة دون غمر (التجربة الضابطة)، ثم أدوا بروتوكول الجري المتزايد للسرعة حتّى التعب الإرادي على الجهاز بداخل المختبر (الجرعة الثانية). أظهرت النتائج انخفاضاً في درجة حرارة الفم، تركيز هرمون الدستيرون وكثافة البول وارتفاعاً في معدل النبض، وانخفاضاً أقل في حجم البلازما وبشكلٍ دالٍ إحصائياً بعد الجرعة الثانية في تجربة الغمر مقارنة بالضابطة. زمن الجري/التحمل كان أطول وبشكلٍ دالٍ إحصائياً في تجربة الغمر ($\alpha<0.05$). وكان الاستنتاج أن طريقة الغمر بالماء البارد زادت زمن الجري/التحمل، وأوصى الباحثان باستخدامها في دورة الألعاب الأولمبية الحارة (الصين-2008).

الكلمات الدالة: الجو الحار، الغمر بالماء البارد، هرمون الدستيرون.

المقدمة

لقد تم التثبت من أن الجو الحار (30 س فأكثر) يؤثر سلباً على لاعبي جري المسافات الطويلة (رياضة التحمل) (Lawrence et al.1996;Marino.2002;Bodil and Lars.2003; Gabrielle et al. 2005; Susan.2005; Darren and Scott.2006;Marc et al.2006;Sandra and Winfried. 2007)

ببساطة؛ عندما تكون درجة حرارة الجو المحيط بالجلد أعلى من درجة حرارة الجلد، فإن الجسم سيكتسب حرارة. ويعتمد تبادلُ الحرارة على كمية سريان الدم في الأوعية الجلدية "Cutaneous vascular" وعلى الفرق في درجة الحرارة بين الدم والمحيط الخارجي. وهكذا، فإن الجري لفترة طويلة في جو حار يعد محفزاً لارتفاع درجة حرارة الجسم جراء المجهود البدني وارتفاع درجة حرارة الجو أو جراء الجفاف بفعل التعرق المفرط، الأمر الذي قد يوصل اللاعب إلى فرط الحرارة "Hyperthermia" أو/و يعرضه لضغط حراري "Heat stress".

فالجري لفترة طويلة في جو حار ينتج عنه تنافس في كمية الدم بين الجلد، العضلات العاملة وبين أنسجة أخرى لا سيما الدماغ، حيث أن سريان الدم المخي يقل عند فرط الحرارة (38.5 س فأكثر) (Gabrielle et al.2005) وعند الضغط الحراري (إرتفاع درجة حرارة الجسم في ظل الجو الحار) (Lawrence et al., 1996; Blodil and Lars, 2003; Marc et al., 2006; Susan et al., 2006) ، وقد يصبح هذا معضلة في الوقت الذي يحدث فيه إجهاد قلبي وعائي، إجهاد عصبي مركزي، إجهاد الضبط الحراري أو خللٌ/اضطراب أيضي أو تلك العوامل مجتمعةً (Marino, 2002; Marc et al., 2006; Susan, 2005). ولعل هذا يوصل اللاعب إلى التعب "Fatigue".

وبالرغم من تعدد فرضيات التعب لا سيما تلك المرتبطة بالجو الحار، إلاّ أنه حديثاً تم الإشارة إلى أن فرط الحرارة يعد العامل الحاسم المسبب لانخفاض الحافز/التنشيط الإرادي للعضلة والصادر من البناء الأعلى للقشرة الحركية (Marino, 2002; Bodil and "Hyperthermia-induced fatigue"

* كلية التربية الرياضية، الجامعة الأردنية، الأردن. تاريخ استلام البحث 2008/1/17، وتاريخ قبوله 2008/6/11.

Lars, 2003; Gabrielle et al., 2005; Susan, 2005; Marc et al., 2006). في المقابل، هناك دراسات أثبتت أن التبريد من خلال جاكيت التبريد أو **غمر الجزء العلوي** للجسم بالماء البارد يؤخّر ظهور التعب ويحسن من الأداء البدني (Hiroshi et al., 2005; Susan et al., 2006; Sandra and Winfried, 2007).

وقد استخدمت - ولا تزال- طريقة الغمر بالماء البارد في المجال الطبي في الثلاثينات من القرن الماضي (Eran et al. 2004)، وكانت من أسرع طرق التبريد في خفض درجة حرارة الشرج "Rectal temperature (Tre)" لدى المرضى الذين أصيبوا بضربة الحرارة (Eran et al., 2004; James et al., 2005; Smith, 2005) وكذلك من أُصيب بها من لاعبي التحمل (Lawrence et al,. 1996; Darren and Scott, 2006).

فالغمر بالماء البارد يحسن استجابةَ مضيق الأوعية "Vasoconstrictor reponsiveness" (Stocks et al., 2004) في الوقت الذي أشرنا فيه إلى أن الضغط الحراري يؤثر سلباً على استجابة مضيق الأوعية، مما يؤدي إلى عدم قدرة الإنسان على تحمل الوقوف الإنتصابي "Orthostatic tolerance" (Craig et al., 2003). كما أن الغمر بالماء البارد يقتصد في معدل العرق (Marino, 2002) ويستخدم كعلاجٍ للألم العظمي العضلي (Bailey et al., 2007). من جهة ثانية؛ فإن ذلك التضيق الذي يسببه الغمر للأوعية الطرفية/الجلدية يؤدي إلى زيادة مقاومتها، الأمر الذي ينجم عنه دفع الدم المبرد إلى مركز الجسم للتبريد. إضافةً لذلك، فقد تم التثبت من أن خفض درجة حرارة مركز الجسم "Core (Tc) temperature" عبر الغمر بالماء البارد أفضل بحوالي 2-4 مرات من التعرض لهواء بارد/مكيف (Marino, 2002; Susan et al., 2006). ونتيجة لعدم تضمن الدراسات السابقة غمر الجزء السفلي للجسم بالماء البارد لا سيما بين جرعتي جري في جو حار، ونتيجة لأن دراسة سوزان وآخرين Susan et al. (2006) تضمنت غمر الجزء العلوي للجسم بالماء البارد، فإن ذلك لفت نظر الباحثين في معرفة تأثير غمر الجزء السفلي في الدراسة الحالية.

مشكلة الدراسة وأهميتها

نظراً لاهتمام الباحثين بإجراء دراسات حول تأثير التبريد في محاولة للحد من فرط الحرارة/الإجهاد الحراري، وتأخير ظهور التعب استعداداً لدورة الألعاب الأولمبية الحارة (الصين-2008) والتي من المتوقع أن ترتفع درجة حرارة الجو آنذاك عن 30 س ولفترة طويلة من اليوم (Marc et al., 2006; Sandra and Winfried, 2007)، ونتيجة لأن الدراسات التي بحثت حول تأثير التبريد بين المجهود البدني- لاسيما الجري- قليلة ولم تقيم بشكل واسع (Duffield et al., 2003; Hiroshi et al., 2005; Susan et al., 2006) ولم تتضمن غمر الجزء السفلي للجسم، إضافةً إلى ندرة الدراسات العربية في هذا المجال، ولما كان العامل المهم في رياضة التحمل هو مقاومة التعب، فإن ذلك لفتَ نظر الباحثين للبحث حول تأثير غمر الجزء السفلي للجسم بالماء البارد – الابتعاد عن مخاوف غمر الجزء العلوي بما فيه منطقة القلب - بين جرعتي جري في جو حار على بعض الاستجابات الفسيولوجية وزمن الجري/التحمل في الجرعة الثانية، وذلك في محاولة للخروج بنتائج قد تفيد اللاعبين المشاركين في دورة الألعاب الأولمبية/الحارة التي ستقام في الصين– 2008م، ومن يمارس الأنشطة البدنية في الهواء الطلق في فصل الصيف.

هدف الدراسة

معرفة تأثير غمر الجزء السفلي للجسم بالماء البارد بين جرعتي جري في جو حار على بعض الاستجابات الفسيولوجية وزمن الجري/التحمل في الجرعة الثانية.

فرضية الدراسة

هناك تأثير إيجابي لغمر الجزء السفلي للجسم بالماء البارد بين جرعتي جري في جو حار على متغيرات الدراسة الفسيولوجية وزمن الجري/التحمل في الجرعة الثانية.

الافتراض النظري

إن درجة حرارة الجسم المرتفعة ينجم عنها تجمع دم في الأطراف السفلية والحوض (Darren and Scott, 2006; Susan et al., 2006; Kumar et al., 2007)، وقد افترض الباحث أن غمر الجزء السفلي للجسم بماء بارد قد يساعد في تبريد مناطق أخرى من خلال الدورة الدموية. وبالتالي **قد** يخفض الغمر من فرط الحرارة/الإجهاد الحراري وبالتالي يؤخّر ظهور التعب ويزيد زمن الجري/التحمل.

الدراسات السابقة

بعد اطلاع الباحث بإسهاب على الدراسات السابقة ذات العلاقة، وجد أنه من المجدي تقديم عرض لبعض وأهم تلك الدراسات:

أجرى ماو وآخرون Maw et al. (1998) دراسة هدفت لمعرفة التغيرات في حجم سوائل الجسم عند 7 أشخاص أثناء المجهود البدني في أجواء مختلفة. تضمن بروتوكول الدراسة/ 3 تجارب: [التبديل على الدراجة الثابتة لمدة 50

دقيقة بشدة (HR_{max} 65-70%)] في جو حار (36.2°س)، بارد (14.4°س) ومعتدل (22°س). أشارت النتائج إلى ارتفاع معدل النبض ودرجة حرارة الأذن، زيادة إفراز العرق ونقصان في كمية البول بدرجة أكبر في الجو الحار. كما وانخفضت Plasma volume في جميع التجارب/الأجواء ولكن بدرجة أعلى في الجو الحار مما أسهم في انخفاض مجموع ماء الجسم" TBW " ولكن بأقل من 2% من كتلة الجسم.

وقام ناج وآخرون Nag et al.(1998) بفحص كفاءة جاكيت التبريد (0-5 س) كعامل مساعد في خفض الإجهاد الحراري على 4 أشخاص في أجواء حارة (33 س،36 س) وجو دافئ (26 س). تضمن بروتوكول الدراسة/ 3 تجارب: [ارتداء جاكيت التبريد والجلوس لمدة ساعتين] في تلك الأجواء/مختبر دون أي مجهود بدني. أظهرت النتائج أن جاكيت التبريد ساعد في منع حدوث الإجهاد الحراري للأشخاص في جميع الأجواء/التجارب.

وحديثاً هدف ستوكز وآخرون Stocks et al.(2004) في دراستهم إلى معرفة تغيرات حجم سوائل الجسم داخل وخارج الخلايا (ICF and ECF) أثناء غمر 8 أشخاص بالماء البارد والدافئ في جو معتدل. تضمن بروتوكول الدراسة/ تجربتين: [غمر الأشخاص بماء بارد (18 س) من القدمين لغاية آخر 4 أضلاع - باستثناء منطقة القلب- من وضع الوقوف لمدة 60 دقيقة ودون أي مجهود بدني]، وغمرهم مرةً أخرى بماء دافئ (33 س) بنفس الطريقة. وبينت النتائج انخفاض ICF في كلتا التجربتين، وانخفاض تركيز Aldosterone في تجربة الغمر بالماء البارد.

وأجرى حديثاً هيروشي وآخرون Hiroshi et al. (2005) دراسة هدفت للتحقّق من تأثير جاكيت التبريد عند 9 أشخاص على استجابات الضبط الحراري في جو حار (32 س). تضمن بروتوكول الدراسة/4 تجارب بواقع جرعتين لكل تجربة:[الجلوس30 دقيقة قبل البدء بالتجربة - ثم التبديل على الدراجة الثابتة لمدة 60 دقيقة بشدة 60% VO_{2max} – ثم مباشرةً التبديل على الدراجة بشدة 80% VO_{2max} حتّى التعب]، علماً بأن جاكيت التبريد (0- 5 س) كان قد ارتداه الأفراد في جميع مراحل التجربة باستثناء الجرعة الثانية، وأما بالنسبة لشرب الماء البارد (1 لتر/ 14-16 س) فكان فقط في الجرعة الأولى، والتجربة الضابطة لم تتضمن تبريداً. وأخيراً أظهرت النتائج أن جاكيت التبريد قلّل من الإجهاد الحراري، وزاد من زمن التبديل على الدراجة.

وحديثاً قدمت سوزان Susan.(2005) دراسة نظرية "Review". بينت أن فقدان 2% من كتلة الجسم عند الجري لمدة 60 دقيقة أو أكثر في جو حار قد يعرض اللاعب للجفاف, بينما قد يصل اللاعب لتلك النسبة عند الجري لمدة 90 دقيقة أو أكثر في جو بارد (5-10°س)، معتدل (18-22°س) أو جو دافئ (24-29°س)، حيث أن نقص ماء الجسم يسبب انخفاض الحافز العصبي.

وحديثاً هدفت سوزان وآخرون Susan et al.(2006) في دراستهم للتحقّق فيما إذا كان غمر الكتفين والجذع بين جرعتي جري في جو حار (27 سWBGT)* يقلّل (يحسن) زمن العدو في الجرعة الثانية عند 15 من لاعبي المسافات الطويلة. تضمن بروتوكول الدراسة/3 تجارب:[جري لمدة 90 دقيقة بشدة متوسطة في الهواء الطلق – ثم راحة 30 دقيقة في مكان مظلل - ثم عدو لمسافة 2 ميل]، وقد تخلّل فترة الراحة 12 دقيقة إما غمر بماء بارد (5 س)، أو غمر بماء بارد (14 س) وأما في التجربة الضابطة فلزموا الجلوس طيلة فترة الراحة. وأخيراً ساعد الغمر بالماء البارد في تقليل (تحسن) زمن العدو لا سيما الغمر عند الدرجة (14 س).

وهدفَ حديثاً بيلي وآخرون Bailey et al.(2007) إلى تقييم تأثير الغمر بالماء البارد على مؤشرات أعراض تلف العضلة "DOMS" بعد جري مطول متقطّع عند20 شخصاً قسموا إلى مجموعتين متساويتين. تضمن البروتوكول لكلتا المجموعتين: [الجري بشدة 75% VO_{2max} لمدة 90 دقيقة مقسمة إلى 6 مراحل "Blocks"، حيث تضمنت كل مرحلة 15 دقيقة والعدو 11×15متر، وبين كل مرحلة راحة مدتها دقيقة]. وبعد الانتهاء من التجربة تم غمر مجموعة الغمر بماء بارد (10 س) من القدمين وحتى عظم الحرقفة من وضع الجلوس الطويل لمدة 10 دقائق، فيما كانت المجموعة الضابطة (10 أشخاص) بنفس الوضعية دون غمر. أظهرت النتائج أن الغمر بالماء البارد ساعد في خفض تركيز Myoglobin وتسكين الألم، بينما لم يكن هناك فروق إحصائية بين المجموعتين في معدل النبض، حرارة الجسم، Creatine kinase (CK/CPK) وكذلك Plasma volume (والتي اشتقت من Haematocrit).

وأجرت حديثاً ساندرا و وينفريد (Sandra and Winfried 2007) دراسة بهدف معرفة تأثير التبريد (0-5 س) والإحماء عند 20 من لاعبي المسافات الطويلة على زمن التحمل/الجري في جو حار (30-32 س). تضمن البروتوكول/3 تجارب: [البدء بالجري عند السرعة 9كم/ساعة ثم زيادة 1كم/ساعة كل 5 دقائق لغاية وصول

* WBGT: Wet-bulb globe temperature

اللاعب إلى التعب الإرادي] وقد سبق ذلك إما ارتداء جاكيت التبريد (0-5 س) لمدة 20 دقيقة، أو الإحماء بشدة 70% HR_{max} لمدة 20 دقيقة، أو الجلوس فقط لمدة 20 دقيقة في جو معتدل (20- 22 س). وقد أظهرت النتائج أن زمن الجري/التحمل كان أطول لصالح تجربة التبريد، التجربة الضابطة ثم تجربة الإحماء.

وهكذا نجد أن عدد الدراسات المتضمنة غمر بالماء البارد – والتي حصل عليها الباحثان بعد بحث طويل- 3 دراسات فقط، ودراسة واحدة تضمنت الغمر بماء بارد بين جرعتي جري في جو حار، إلاّ أنها تضمنت غمر الجزء العلوي للجسم فقط، كما أن الجرعة الثانية كانت عدواً وليس جرياً. حتّى أن الدراستين اللتين تضمنتا غمر الجزء السفلي للجسم بالماء البارد كانت احداهما عند (5 س) لمدة 60 دقيقة ودون أي مجهود بدني، والدراسة الأخرى كانت عند (10 س) لمدة 10 دقائق وبعد الانتهاء من الدراسة/التجربة. إضافةً إلى أن دراسات جاكيت التبريد أيضاً كانت للطرف العلوي. ولعل هذا كله ما جعل لهذه الدراسة أهمية بالغة في إجرائها.

إجراءات الدراسة

منهج الدراسة

تم استخدام المنهج التجريبي لملاءمته مع مثل هذه الدراسات.

أفراد عينة الدراسة

اشترك في الدراسة 6 لاعبين من لاعبي الأمن العام الأردني لجري المسافات الطويلة (العمر1±22 سنة، الكتلة1±58.6 كغم، الطول 0.08±169 سم، العمر التدريبي 0.08±2 سنة، حجم التدريب الأسبوعي 0.0±10 ساعة، نبض الراحة0.52±59.6 نبضة/دقيقة)، تم اختيارهم بطريقة قصديه بهدف تقارب المواصفات الجسمية والفسيولوجية وممن ليس لديه تاريخٌ مسبق لأمراض الحرارة أو مرض قلبي. وقد أُخذت الموافقة الخطية من المشتركين للتطوع في هذه الدراسة. كما أن تصميم الدراسة تمت الموافقة عليه من قبل لجنة الدراسات العليا في كلية التربية الرياضية وكذلك كلية الدراسات العليا في الجامعة الأردنية.

متغيرات الدراسة

1. متغير مستقل (الغمر بالماء البارد).
2. متغيرات تابعة وأوقات قياسها:

أ. متغيرات فسيولوجية "physiological responses"

- Oral temperature (To) - درجة حرارة الفم (قبل كل جرعة وبعدها)
- Heart rate (HR) - معدل النبض (قبل كل جرعة وبعدها)
- Recovery - فترة العودة للحالة الطبيعية الخاصة بمعدل النبض (بين الجرعتين)
- Haematocrit (Hct) - الهيماتكريت، أُخذ لاشتقاق بلازما الدم (بعد الجرعة الثانية)
- Plasma volume (PV) - حجم بلازما الدم (بعد الجرعة الثانية)
- Aldosterone hormone - هرمون الدستيرون (بعد الجرعة الثانية)
- Urine specific gravity (USG) - كثافة البول (بعد الجرعة الثانية)

ب. متغير زمن الجري/التحمل (زمن الجرعة الثانية) "Running/endurance time".

تصميم الدراسة

صممت هذه الدراسة وفقاً للتصميم الأعمى العشوائي لمجموعة واحدة "Blind-design"، حيث تضمنت تجربتين لجميع المشتركين، وهما: [تجربة الغمر بالماء البارد "Cold water immersion (CWI)" والتجربة الضابطة "Control trial (C)"]، وبفاصل زمني مدته 7 أيام بين التجربتين بهدف تجنب أية تأثيرات لاحقة "retroactive effects". تكونت كل تجربة من جرعتي جري على جهاز السير المتحرك "Treadmill" في جو حار/مختبر (34- 35 س) ورطوبة نسبية (45-47%)، حيث اختيرت درجة الحرارة تلك لتماثل الجو الحار (30 س فأكثر) (Susan.2005)، ولأن درجة حرارة الجو عند إقامة دورة الألعاب الأولمبية Beijing–2008 من المتوقع أن تزيد عن 30 س ولفترة طويلة من اليوم (Sandra and Winfried.2007)، إضافة إلى عدم تأقلم المشتركين في الجري عند تلك الدرجة. هذا وتخلل تلك الجرعتين فترة راحة (18 دقيقة) في غرفة دافئة (25- 26 س) ورطوبة نسبية (49-52 %). وقد تخلّلّ فترة الراحة 12 دقيقة من غمر الجزء السفلي للجسم بماء بارد (15-16 س) من وضع الجلوس الطويل، وفي التجربة الضابطة كان اللاعبون بنفس الوضعية ولكن خارج حوض الغمر.

طُلب من اللاعبين وبموافقة مدربهم، عدم خضوعهم لتدريبات عنيفة أو ذات شدة عالية قبل 48 ساعة على الأقل من بداية كل تجربة، تجنباً للإصابات وحتى لا يعزى التعب إلى التدريب السابق. كما طلب منهم شرب كأس من الماء

البارد وتناول رغيف صغير من الخبز مع حبة خيار قبل مجيئهم إلى موقع تطبيق التجربة، ذلك أن الخبز يعد مفيداً للاعبي التحمل وأما الخيار فيعطي رطوبة للفم والحلق ويسهم في امتصاص الحرارة. وقبل ساعتين من بدء كل تجربة تم إعطاء اللاعبين 500 ملل من الماء البارد (10 س) على مرحلتين (250 ثم 250ملل) وذلك لضمان التروية الجيدة "Euhydration"، وتدريجياً حتى لا يتم تحفيز الكليتين في طرح نسبة مناسبة من الماء (Hiroshi et al. 2005).

هذا وقد خُصص لكل لاعب لباسان رياضيان من نفس النوع لكلتا الجرعتين في التجربة لتجنب إعاقة التعرق، إضافة إلى شورت سباحة قصير لارتدائه في فترة الراحة، بغض النظر عما إن كانت التجربة متضمنة غمراً. وقد جرى كل لاعب على نفس جهاز السير المتحرك لتجنب أية عوامل نفسية بالرغم من أن جميع الأجهزة من نفس النوع. ومقابلة اللاعبين قبل 3 ساعات من بدء كل تجربة إضافة إلى تطبيق التجارب كانت جميعها في الصباح المبكر لتجنب اختلاف الإيقاع اليومي "Circadian cadence" .

تجربة الغمر بالماء البارد (CWI)

بعد 3 ساعات من تناول الوجبة وساعتين من شرب الماء، أُدخل اللاعبون إلى المختبر لأداء **الجرعة الأولى (50 دقيقة)** والتي تضمنت [الجري على جهاز السير المتحرك لمدة 20 دقيقة (بدء الجري من السرعة صفر لغاية السرعة 8 كم/ساعة في غضون 5 دقائق، بعد ذلك تم زيادة السرعة 1 كم/ساعة كل 2.5 دقيقة إلى أن وصلت للسرعة 14 كم/ساعة)، وعند السرعة 14كم/ساعة استمر اللاعب بالجري لمدة 30 دقيقة] (تم تحديد هذه السرعة في تجربة استطلاعية)، أعقب ذلك **فترة الراحة (18 دقيقة)** والتي تخلّلها 12 دقيقة غمر بالماء البارد (15-16 س) من القدمين للحوض ومن وضع الجلوس الطويل (مع بقاء الحدية الحرقفية العلوية الأمامية "anterior superior iliac spine" وأصابع القدمين تحت مستوى الماء)، وبعد أخذ قياسات HR and To وخلع شورت السباحة وارتداء ملابس الجرعة الثانية (في غضون 6 دقائق) أُدخل اللاعبون مرةً أخرى إلى المختبر لأداء **الجرعة الثانية (الجري حتى التعب)** والتي تضمنت [البدء بالجري عند السرعة 8 كم/ساعة، في الوقت الذي كانت تزداد فيه السرعة 1كم/ساعة كل 5 دقائق لغاية وصول اللاعب إلى التعب الإرادي]. علماً بأن بروتوكول الجرعة الثانية أُخذ من دراسة ساندرا وونفريد Sandra and (Winfried.2007)، والمقصود بالتعب الإرادي هو عدم مقدرة اللاعب في المحافظة على نفس معدل الخطوة أثناء الجري – عدم توصيله لحد الإنهيار "Collapse"- ، فما أن كان يرفع يده إشعاراً بالوصول إلى التعب كان ينظر إلى قدميه للتأكد من وصوله لذلك الحد. والجرعة الأولى كانت من تصميم الباحث.

التجربة الضابطة (C)

تضمنت هذه التجربة ما أُجري في التجربة السابقة باستثناء عملية الغمر، ولكن الوضعية التي كان عليها اللاعبون داخل حوض الغمر (الجلوس الطويل) كانوا عليها في هذه التجربة ولكن خارج حوض الغمر.

الجرعة الأولى (34-35 س)	فترة الراحة (25-26 س)	الجرعة الثانية (34-35 س)
الجري لمدة 50 دقيقة	12 دقيقة غمر أو دون غمر 6 دقائق قياسات و تبديل الملابس	الجري حتّى التعب.

مخطّط يوضح خطوات الدراسة التجريبية لكلتا التجربتين

والجدير بالذكر، أن زمن الجرعة الأولى كان قد تحدد في التجربة الاستطلاعية على أن يكون إما عند ارتفاع درجة حرارة الفم/To إلى ~38 س (في محاولة لتجنب الدرجة 38.5 س) أو الجري لمدة 60 دقيقة. والسبب هو الارتفاع عن الدرجة 38.5 س قد يعرض الفرد لأعراض فرط الحرارة (Lawrence et al 1996;Gabrielle et al.2005;Susan et al.2006)، وبالتالي كان الهدف عدم تخطي تلك الدرجة وذلك ليس فقط لتجنب أعراض تلك الدرجة، لأنه قد لا تحدث أية أعراض (Darren and Scott. 2006) بل وكذلك محاولة جعل اللاعب قادراً على الجري في الجرعة الثانية. وأما بالنسبة للزمن (60 دقيقة)، فهذا راجع إلى حالة الجفاف التي قد يتعرض لها اللاعب عند الجري لمدة 60 دقيقة أو أكثر في جو حار دون تروية (susan.2005). وبالنسبة لاختيار درجة حرارة ماء الغمر (15-16 س) فهذا راجع إلى أن الإنسان يستطيع تحمل تلك الدرجة دون حدوث ارتعاشٍ عضلي (Eran et al.2004) وهذا ما حصلَ في الدراسة، وتبينا صحة ذلك في

التجربة الاستطلاعية. أما سبب اختيار قياس To؛ لأن درجات حرارة الجسم الخارجي كالإبط "axilla" ومنطقة المغبن "groin" من الممكن أن تكون خادعة (Lawrence et al.1996;Eran et al.2004;James et al.2005). وأما عن سبب اختيار زمن الغمر (12 دقيقة)، فيرجع لأن خفض Tc بطيئة مقارنة بالجلد، فهي تحتاج ما لا يقلّ عن 10 دقائق عند الضغط الحراري (Duffield et al.2003;Darren and Scott.2006). إضافةً إلى تطبيق ما كانت عليه دراسة Susan et al.(2006) عند غمر الجزء العلوي لمدة 12 دقيقة. وبالنسبة لوضعية الجلوس الطويل، اختيرت تجنّباً لصعوبة في حركة الركبة (Bailey et al.2007).

القياس الأساسي/المرجعي (Baseline)

بعد ابتعاد اللاعبين عن التدريب لمدة يومين وبعد صيام دام ~9 ساعات أُخذت منهم عينات الدم (~10ملل) من Antecubital vein fossa وعينات البول وذلك بعد10 دقائق من استلقائهم في مركز الطب الرياضي في صالة الأمير حمزة، وبعد يومين بدأت الدراسة (شهر 7 لعام 2007)

القياسات، المواد والأجهزة

قام المشتركون بالجري في كل التجارب على جهاز (Treadmill-6310,USA). تم قياس الكتلة والطول عن طريق (Seca-220.Germany). وتم ضبط درجة حرارة المختبر من خلال التدفئة المركزية الموجودة فيه بحيث تمت مراقبة الحرارة والتأكد منها من خلال (Thermometer-A, China) وكذلك (Thermo-hygrometer) المقدم من شركة المقاولات الإنشائية الأردنية والذي يقيس الحرارة والرطوبة النسبية معاً. تمت عملية الغمر في حوض الجاكوزي (قطره:2م) بعد تفريغ الماء الساخن وإضافة ماء من الحنفية (ارتفاع الماء:16سم) وإضافة مكعبات ثلج كبيرة الحجم (1م×20سم) لخفض درجة حرارة الماء، وقد تمت المحافظة على حرارة الماء ضمن المدى المطلوب أثناء غمر اللاعب، من خلال إضافة مكعبات ثلج صغيرة وماء بارد في الوقت الذي كان يوجد علامة فسفورية لاصقة على عظم الحرقفة للاعب لمراقبة مستوى الماء. تم قياس درجة حرارة ماء الغمر باستمرار بواسطة (Aquatics glass thermometer-Tropica,China). وأما درجة حرارة الفم فقد قيست من خلال (Digital thermometer-SDT-10A samsung, Korea)، وتم قياس معدل النبض عن طريق (radius artery). وفترة قياس HR بعد الجرعة الأولى وقبل الثانية عبرت عن متغير Recovery. تم استخراج القيم الخاصة بمتغير Hct بواسطة (Sysmex k.21-N, Japan)، وهرمون Aldosterone من خلال (Gamma counter-Radioimmunoassay/LKB Rack, Finland)، في حين تم تحليل عينات البول عن طريق (Referactometer, Portable, USA) في مختبرات Medlab.

التحليل الإحصائي

بعد جمع البيانات وجدولتها تم معالجتها إحصائياً باستخدام الحزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية "statistical package for social sciences (SPSS)". حيث تم حساب المتوسطات الحسابية، الانحرافات المعيارية واختبار (t) للعينات المرتبطة "Paired samples" نظراً لأن مجموعة واحدة أدت كلتا التجربتين .

النتائـج

معدل النبض(HR): تم حساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لقياسات معدل النبض لجميع المشتركين عند أربع مراحل من كل تجربة، ونظراً للفروق الحسابية/الظاهرة في المتوسطات، تم استخدام اختبار(t) للعينات المرتبطة بهدف تحديد مستويات الدلالة الإحصائية لتلك الفروق (جدول 1).

بين (الجدول 1) عدم وجود فروق دالة إحصائياً بين التجربتين عند مرحلتي قبل وبعد الجرعة الأولى، بينما ظهرت فروق دالة إحصائياً عند مرحلة ما قبل الجرعة الثانية لصالح تجربة الغمر/CWI، في حين ظهرت فروق دالة إحصائياً عند مرحلة ما بعد الجرعة الثانية ولكن لصالح التجربة الضابطة/C ($\alpha<0.05$).

هذا وقد استخدم الرسم البياني لتوضيح الفروق بين المتوسطات الحسابية (الشكل رقم 1).

فترة العودة للحالة الطبيعية الخاصة بمعدل النبض (Recovery): تم حساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية المتعلقة بهذا المتغير بين الجرعتين لكلتا التجريتين. حيث كان هناك فروق حسابية/ظاهرة بين المتوسطات، ولتحديد مستويات الدلالة الإحصائية لتلك الفروق تم استخدام اختبار(t) للعينات المرتبطة (الجدول 2).

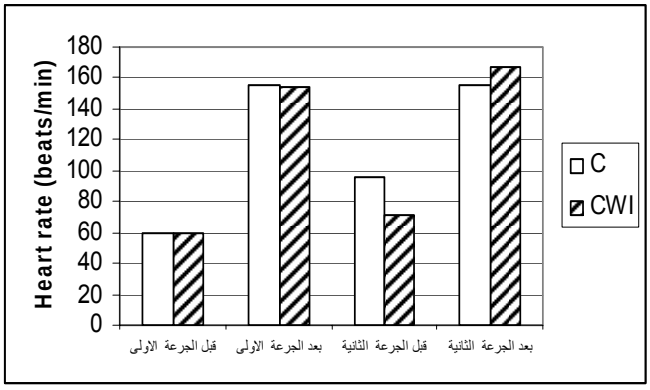
وقد أظهر (الجدول 2) أن هناك فروقاً دالة إحصائياً بين تجربتي الدراسة وهذه الفروق كانت لصالح تجربة الغمر بالماء البارد ($\alpha<0.05$).

هذا وقد استخدم الرسم البياني لتوضيح الفروق بين المتوسطات الحسابية (الشكل رقم 2).

الجدول رقم 1. المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية ونتائج اختبار (t) للعينات المرتبطة للفروق بين قياسات معدل النبض لعينة الدراسة عند 4 مراحل من كل تجربة

المرحلة	التجربة	المتوسط الحسابي والانحراف المعياري	درجات الحرية	قيمة t	مستوى الدلالة الإحصائية
قبل الجرعة الأولى	التجربة الضابطة/ C	59.67±0.52	5	0.000	0.999
	تجربة الغمر / CWI	59.67±0.52			
بعد الجرعة الأولى	التجربة الضابطة/ C	155.00±2.45	5	1.000	0.363
	تجربة الغمر / CWI	154.00±3.10			
قبل الجرعة الثانية	التجربة الضابطة/ C	96.00±5.37	5	25.000	0.000*
	تجربة الغمر / CWI	71.00±4.52			
بعد الجرعة الثانية	التجربة الضابطة/ C	156.00±0.00	5	3.841	0.012*
	تجربة الغمر / CWI	167.00±7.01			

* ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha<0.05$)

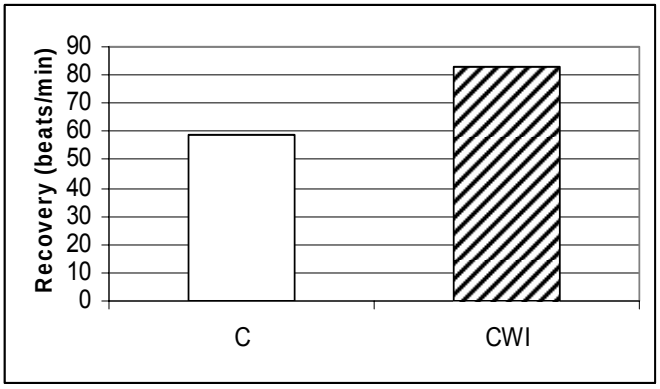


الشكل رقم 1. المتوسطات الحسابية لمعدل النبض عند 4 مراحل من كل تجربة

الجدول رقم 2. المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية ونتائج اختبار (t) للعينات المرتبطة للفروق بين قياسات Recovery لعينة الدراسة في كلتا التجريبتين

التجربة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجات الحرية	قيمة t	مستوى الدلالة الإحصائية
التجربة الضابطة / C	59.00	4.51	5	15.492	0.000*
تجربة الغمر / CWI	83.00	2.44			

***ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha<0.05$)



الشكل رقم 2. المتوسطات الحسابية لمتغير recovery بين الجرعتين لكلنا التجريبيتين

درجة حرارة الفم (To): تم حساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لقياسات درجة حرارة الفم لجميع المشتركين عند أربع مراحل من كل تجربة، ونظراً للفروق الحسابية/الظاهرة في تلك المتوسطات فقد استخدم اختبار (t) للعينات المرتبطة لتحديد مستويات الدلالة الإحصائية لتلك الفروق (جدول 3).

بين (الجدول 3) عدم وجود فروق دالة إحصائياً بين التجربتين عند مرحلتي قبل وبعد الجرعة الأولى، بينما ظهرت فروق دالة إحصائياً عند مرحلتي قبل وبعد الجرعة الثانية ولصالح تجربة الغمر بالماء البارد ($\alpha<0.05$).

هذا وقد استخدم الرسم البياني لتوضيح الفروق بين المتوسطات الحسابية (شكل رقم 3).

المتغيرات الخاصة بعينات الدم والبول: تم حساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لتلك المتغيرات بعد الجرعة الثانية فقط من كل تجربة. ونظراً للفروق الحسابية/الظاهرة في تلك المتوسطات الحسابية فقد استخدم اختبار (t) للعينات المرتبطة لتحديد مستويات الدلالة الإحصائية لتلك الفروق (جدول 4).

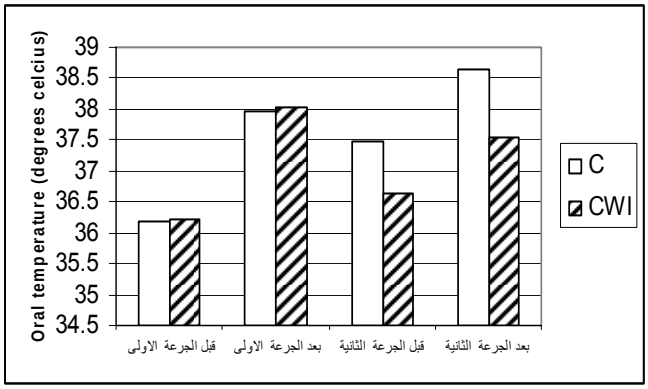
حيث أظهر (الجدول 4) وجود فروق دالة إحصائياً بين التجربتين في جميع المتغيرات ولصالح تجربة الغمر بالماء البارد ($\alpha<0.05$).

هذا وقد استخدم الرسم البياني لتوضيح الفروق بين المتوسطات الحسابية (شكل رقم 4).

الجدول رقم 3. المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية ونتائج اختبار (t) للعينات المرتبطة للفروق بين قياسات درجة حرارة الفم لعينة الدراسة عند 4 مراحل من كل تجربة

المرحلة	التجربة	المتوسط الحسابي والانحراف المعياري	درجات الحرية	قيمة t	مستوى الدلالة الإحصائية
قبل الجرعة الأولى	التجربة الضابطة/ C	36.17±0.05	5	1.581	0.175
	تجربة الغمر/ CWI	36.23±0.03			
بعد الجرعة الأولى	التجربة الضابطة/ C	37.98±0.15	5	1.000	0.363
	تجربة الغمر/ CWI	38.02±0.15			
قبل الجرعة الثانية	التجربة الضابطة/ C	37.48±0.17	5	17.000	0.000*
	تجربة الغمر/ CWI	36.63±0.03			
بعد الجرعة الثانية	التجربة الضابطة/ C	38.63±0.21	5	11.455	0.000*
	تجربة الغمر/ CWI	37.55±0.10			

* ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha<0.05$).

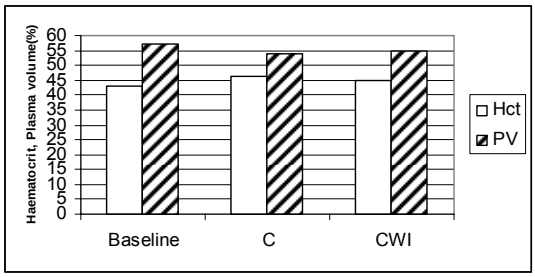


الشكل رقم 3. الممتوسطات الحسابية لدرجة حرارة الفم عند 4 مراحل من كل تجربة

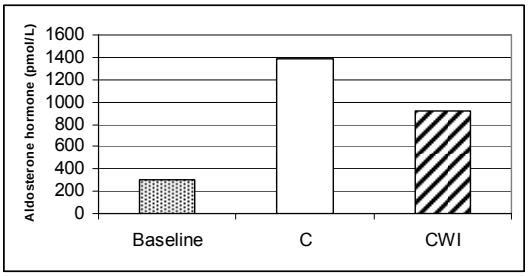
الجدول رقم 4. المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية ونتائج اختبار(t) للعينات المرتبطة للفروق بين قياسات المتغيرات الخاصة بعينات الدم والبول في كلتا التجربتين

لمتغير	التجربة	المتوسط الحسابي والانحراف المعياري	درجات الحرية	قيمة t	مستوى الدلالة الإحصائية
Hct	التجربة الضابطة / C	46.17±2.48	5	2.907	0.034*
	تجربة الغمر / CWI	45.00±1.55			
PV	التجربة الضابطة / C	53.83±2.48	5	2.907	0.034*
	تجربة الغمر / CWI	55.00±1.55			
Aldosterone	التجربة الضابطة / C	1389.58±362.18	5	4.155	0.009*
	تجربة الغمر / CWI	916.73±350.21			
USG	التجربة الضابطة / C	1.018±0.003	5	11.000	0.000*
	تجربة الغمر / CWI	1.009±0.003			

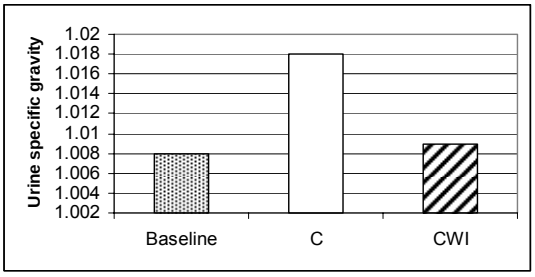
* ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (α<0.05)



الشكل رقم 4أ. المتوسطات الحسابية للهيماتكريت وحجم البلازما



الشكل رقم 4ب. المتوسطات الحسابية لهرمون الدستيرون



الشكل رقم 4ج. المتوسطات الحسابية لكثافة البول

الشكل رقم 4أ-4ج. المتوسطات الحسابية للمتغيرات الخاصة بعينات الدم والبول.

علماً بأن القياس الأساسي للمتغيرات الخاصة بعينات الدم والبول كان كما هو مبين في الجدول 5.

زمن الجري/التحمل: تم حساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لزمن الجري/التحمل الخاص بالجرعة الثانية في كلتا التجربتين. حيث كان هناك فروق حسابية/ظاهرية ولتحديد مستويات الدلالة الإحصائية لتلك الفروق فقد استخدم اختبار(t) للعينات المرتبطة (الجدول 6).

حيث أظهر (جدول 6) فروقاً دالة إحصائياً بين التجربتين في زمن الجري/التحمل ولصالح تجربة الغمر بالماء البارد ($\alpha<0.05$).

هذا وقد استخدم الرسم البياني لتوضيح الفروق بين المتوسطات الحسابية (شكل رقم 5)

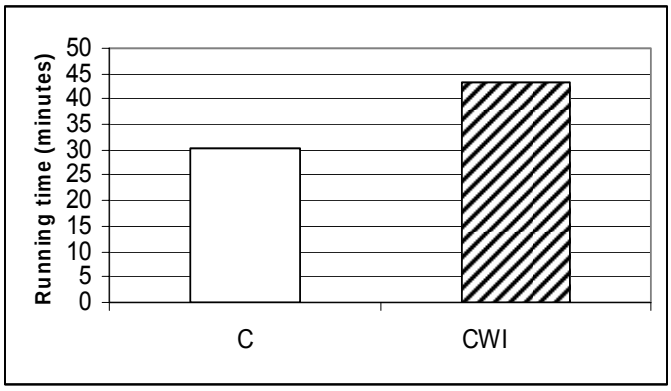
الجدول رقم 5. المتوسطات الحسابية للقياس الأساسي للمتغيرات الخاصة بعينات الدم والبول

المتغير	القياس الأساسي Baseline
Hct	43.00±0.89
PV	57.00±0.89
Aldosterone	307.30±82.00
USG	1.007±0.003

الجدول رقم 6. المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية ونتائج اختبار(t) للعينات المرتبطة للفروق بين قياسات زمن الجري لعينة الدراسة لكلتا التجربتين

التجربة	المتوسطات الحسابية	الانحرافات المعيارية	درجات الحرية	قيمة t	مستوى الدلالة الإحصائية
التجربة الضابطة / C	30.46	1.54	5	8.196	0.000*
تجربة الغمر / CWI	43.34	4.90			

* ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha<0.05$)



الشكل رقم 5. المتوسطات الحسابية لزمن الجري لكلتا التجربتين

المناقشـة

كان هدف الدراسة بحث تأثير غمر الجزء السفلي للجسم بالماء البارد بين جرعتي جري في جو حار على بعض الاستجابات الفسيولوجية وزمن الجري في الجرعة الثانية. وقد أظهرت نتائج الدراسة أن الغمر بالماء البارد زاد من زمن الجري، وحسن من الاستجابات الفسيولوجية.

معدل النبض "Heart rate (HR)"

أظهرت النتائج أن HR في التجربة الضابطة/C كان أقل (156 نبضة/دقيقة) وبشكلٍ دالٍ إحصائياً مقارنة بتجربة الغمر/CWI (167 نبضة/دقيقة) وذلك عند **مرحلة ما بعد الجرعة الثانية/بعد التعب**. ويمكن تفسير ذلك بأن الزمن

الأطول في الجري في تجربة الغمر (43.34 دقيقة) مقارنة بالضابطة (30.46 دقيقة) وكذلك السرعة (الشدة) الأعلى التي وصل إليها اللاعبون في الجرعة الثانية في تجربة الغمر. وهذه النتيجة توافقت مع دراسة ساندرا ووينفريد (Sandra) and Winfried.2007)، هيروشي وآخرون (Hiroshi et al. 2005) ودراسة سوزان وآخرين (Susan et al., 2006). حيث كان HR بعد تجارب التبريد أعلى من التجارب الضابطة في تلك الدراسات، ولكن دون ظهور فروق دالّة إحصائياً. والسبب في ذلك هو أن الفرق في زمن الجري بين تجارب التبريد والتجارب الضابطة في تلك الدراسات لم يتجاوز 5.3 دقيقة لصالح تجارب التبريد، ولكن الفرق في زمن الجري بين تجربة الغمر والضابطة في الدراسة الحالية كان 12.8 دقيقة لصالح تجربة الغمر مما أدى إلى ظهور فروق دالّة إحصائياً بين التجربتين، ولعل هذا ما يجعل التفسير يبدو منطقياً.

وعند **مرحلة ما بعد الجرعة الأولى/قبل التبريد** فقد كان HR مرتفعاً في كلتا التجربتين دون وجود فروق دالة إحصائياً، وهذا بالطبع راجع إلى استجابة القلب لطلب العضلات الهيكلية العاملة للدم أو/و الأكسجين. فمعدل النبض يرتفع بشكلٍ ملحوظ في الجو الحار، وهذا ما حصل في الدراسات السابقة. وأما عند **مرحلة ما قبل الجرعة الثانية/بعد التبريد**، فقد كان HR بعد الغمر بالماء البارد أقل وبشكلٍ دالٍ إحصائياً مقارنةً بالتجربة الضابطة، ويمكن تفسير ذلك بأن الغمر بالماء البارد ساعد في خفض درجة الحرارة من خلال تبريد الدم الجلدي واندفاعه جراء مقاومة الأوعية الجلدية/الطرفية إلى مركز الجسم للتبريد، وبالتالي قلّل من الإجهاد القلبي. وهذه النتيجة توافقت مع دراسة (Nag et al., 1998; Stocks et al., 2004; Hiroshi et al., 2005; Susan et al., 2006;Sandra and Winfried, 2007) ، فبعد التبريد (الغمر أو جاكيت التبريد) كان انخفاض HR بشكلٍ أكبر مقارنة بالضابطة.

وفي المقابل، فإن الغمر بالماء البارد كان له دور أكبر وبشكلٍ دالٍ إحصائياً في تقليل **فترة العودة للحالة الطبيعية الخاصة بمعدل النبض بين الجرعتين "Recovery"** (154-71 نبضة/ دقيقة) مقارنة بالضابطة (155-96 نبضة/ دقيقة) على الرغم من عدم عودة HR إلى المستوى الطبيعي عند جميع المشتركين لا سيما في تجربة الغمر. وتفسير ذلك قد يرجع إلى ازدياد حجم الدم المركزي وازدياد ضغط الدم جراء تضيق الأوعية الطرفية بسبب الغمر بالماء البارد، الأمر الذي أدى إلى ازدياد حجم الضربة SV وبالتالي انخفاض HR. في الحقيقة، إن الغمر بالماء البارد يزيد من (النتاج القلبي/CO، SV ويخفّض من HR) (Marion. 2002;Hiroshi et al. 2005;Patricia and Katie.2006 Marc et al.2006) ، كما ويسبب استجابة متوسطة لـ Sympathetic nerve (Wilde. 1999)، ولعلّ هذا ما يزيد الأمر وضوحاً حول سبب انخفاض HR بعد الغمر بالماء البارد مقارنة بالتجربة الضابطة.

درجة حرارة الفم "Oral temperature (To)"

فقد كانت To مرتفعة في كلتا التجربتين (~38 س) ودون فروق دالّة إحصائياً عند **مرحلة ما بعد الجرعة الأولى/قبل التبريد** (الشكل 3). ولعل هذا يرجع إلى ازدياد انتاج الحرارة الأيضي "Endogenous" وارتفاع درجة حرارة الجو المحيط/ المختبر "Exogenous". فقد تم التثبت من أن الجري لفترة طويلة في جو حار من شأنه أن يرفع معدل الأيض - مقارنة بالأجواء الأخرى- وارتفاع درجة حرارة الجسم (Susan.2005;Darren and Scott.2006). **وأما مرحلة ما قبل الجرعة الثانية/بعد التبريد**، فقد كانت To بعد الغمر بالماء البارد أقل (36.63 س) وبشكلٍ دالٍ إحصائياً مقارنةَ بالضابطة (37.48 س)، ومن الممكن تفسير ذلك بأن الغمر بالماء البارد قد حقّق درجة أعلى في خفض To بعد الجرعة الأولى وقبل الثانية (38.02-36.63 س) مقارنةَ بالضابطة (39.98-37.48 س) وذلك بفعل خاصيتي التوصيل والحمل للماء "Conduction and Convection". وهذه النتيجة توافقت مع دراسة Susan et al.(2006) فقد انخفضت Tre (39.4-37.1 س) بعد غمر الكتفين والجذع بالماء البارد (5 س)، وعند 14 س انخفضت (39.5-37.3 س) وأما الضابطة فانخفضت (39.3-37.8 س). وكذلك الحال بالنسب للدراسات الأخرى، فبعد التبريد انخفضت درجة حرارة الجسم بدرجة أكبر (أفضل) مقارنة بالتجارب الضابطة. فالغمر بالماء البارد يمتاز بخاصيتي التوصيل والانتقال (Patricia and Katie, 2006) إضافة إلى خاصية النفاذية Permeability (Eran et al., 2006)، فهو سلاح ذو حدين يتضمن التبريد من الخارج ومن الداخل، أي تبريد الجلد ومركز الجسم جراء تضيق الأوعية الجلدية.

وبالنسبة لمرحلة ما بعد الجرعة الثانية/بعد التعب، فقد كانت To في تجربة الغمر أقل (37.5 س) وبشكلٍ دالٍ إحصائياً مقارنة بالضابطة (38.6 س). وهذا يعني تعرض اللاعبين في التجربة الضابطة لفرط الحرارة. ولعل تفسير هذا يرجع إلى انخفاض To في تجربة الغمر عند البدء بالجرعة الثانية (مرحلة ما قبل الجرعة الثانية)، وهذا قد يقود

إلى أن درجة حرارة الدم عند اللاعبين في تجربة الغمر، كانت أقل جراء الغمر بالماء البارد، والذي سبب بدوره تأخير ظهور التعرق أو/و تقليل معدل التعرق، وربما نتج عن ذلك التقليل من انخفاض حجم الدم وضغط الدم مقارنة بالضابطة. وهذا أيضاً اتفق مع دراسة Susan et al.(2006) حيث كانت Tre بعد الانتهاء من تجربة الغمر أقل (38.1 س) من الضابطة (38.8 س).

الهيماتكريت وحجم البلازما "Haematocrit (Hct) and plasma volume (PV)"

أظهرت النتائج بقاء قيم Hct في كلتا التجربتين ضمن المدى الطبيعي (40-52%) (Hoffbrand et al.2006)، إلاّ أن الزيادة في Hct عن القياس الاساسي في تجربة الغمر كانت أقل وبشكلٍ دالٍ إحصائياً عما كانت عليه في التجربة الضابطة والعكس تماماً بالنسبة لمتغير PV والذي كان مقدار انخفاضه أقل (إيجابي) في تجربة الغمر. وقد يرجع ذلك إلى انخفاض معدل التعرق عند اللاعبين في الجرعة الثانية من تجربة الغمر بفعل الغمر بالماء البارد وما يسببه من تضيق للأوعية الجلدية وتبريد الجسم، وبالتالي تقليل التعرق. وبالنسبة للضابطة والتي لم تتضمن انخفاضاً كبيراً في PV مقارنة بتجربة الغمر على الرغم من وجود فروق دالّة إحصائياً، فقد يرجع ذلك إلى زيادة تركيز هرمون Aldosterone وبشكل دال إحصائياً في التجربة الضابطة. وأما الأمر الثاني، فلعلّ زيادة الضغط الإسموزي في التجربة الضابطة جراء التعرق لفترة طويلة أيضاً ساهم بدورٍ كبير في تقليل انخفاض PV (بفارق قليل) مقارنة بتجربة الغمر.

فاللمحافظة على ثبات واستقرار السوائل داخل الجسم، فإن الماء ينتقل من المستوى الأقل إلى الأعلى تركيزاً للسوائل. وهذه النتيجة توافقت مع دراسة Maw et al.(1998) فعلى الرغم من عدم ظهور فروق دالة إحصائياً في تغير PV بين الأجواء الثلاثة إلا أن الانخفاض في PV and (ICF) Intracellular fluidكانا أعلى في الجو الحار (36 س). وكذلك في دراسة Stocks et al.(2004) فقد كان هناك انخفاض في ICF. وهكذا فإن التعرق لفترة طويلة في جو حار كرياضة التحمل، فإن الماء ينتقل بفعل نفاذيته من ICF إلى (ECF) Extracellular fluid كنتيجة لتركيز السوائل وفقدان الماء من ECF (Herbert and Terry.1994;Susan.2005). فازدياد الضغط الإسموزي في Interstitial fluid يؤدي إلى انخفاض ICF (Stocks et al.2004) ولعلّ كل ذلك أدى إلى عدم وجود فرق إحصائي كبير في PV بين التجربتين.

تركيز هرمون الدستيرون "Aldosterone hormone concentration"

بالرغم من أن قيمه في التجربتين كانت أعلى من القياس الأساسي وكذلك من المدى الطبيعي (111.0 – 860.0 pmo1/L) (Amid et al.2002)، إلا أن تركيزه في تجربة الغمر– والذي كان قريباً من الحد الأعلى للمدى الطبيعي – كان أقل (إيجابي) (916.33) وبشكلٍ دالٍ إحصائياً مقارنة بالضابطة (1389.58). ولعل تفسير ذلك مرده إلى انخفاض حجم وضغط الدم "BV and BP" جراء التعرق لفترة طويلة في التجربة الضابطة وفي كلتا الجرعتين بدرجة أكبر عما كان عليه في تجربة الغمر لا سيما في الجرعة الثانية والتي تميزت بانخفاض معدل التعرق أو/و تأخير ظهوره بفعل الغمر بالماء البارد. وهذا ما وجده Stocks et al.(2004) في دراستهم، ففي تجربة الغمر بالماء البارد كان تركيز هرمون Aldosterone أقل وبشكلٍ دالٍ إحصائياً عما كان عليه بعد الغمر بالماء الدافئ. في الحقيقة، إن انخفاض حجم الدم/BV ينتج عنه انخفاض ضغط الدم/BP، الأمر الذي يؤدي بالكليتين لإفراز Renin استجابةً للتروية الكلوية المنخفضة "Response to decreased renal perfusion pressure"، وفي المقابل يزداد إفراز هرمون Aldonsterone من خلال Renin-angiotensin aldosterone system (RAA)، والذي يعمل على زيادة احتباس/إعادة امتصاص الصوديوم والماء ليكون تأثيره متمثلاً في تقليل فقدان الماء عبر البول. وهكذا فإن تأثير RAA يتمثل في زيادة BV and BP (Tortora and Derickson. 2006). وبالتالي فإن انخفاض تركيزه في تجربة الغمر مقارنة بالضابطة قد يرجع إلى دور الغمر بالماء البارد في رفع حجم وضغط الدم جراء تضيق الأوعية الجلدية، وارتفاعه عن المدى الطبيعي في تجربة الغمر فيرجع إلى الضغط الحاد المتمثّل في الزمن الأطول للجري والسرعة الأعلى التي وصل إليها اللاعبين في الجرعة الثانية.

كثافة البول "Urine specific gravity (USG)"

فعلى الرغم من أن قيمه في التجربتين كانت ضمن المدى الطبيعي (1.001-1.035) (Tortora and Derickson.2006)، إلا أن كثافته في تجربة الغمر كانت أقل (إيجابية) (1.009) وبشكلٍ دال إحصائياً مقارنة بالضابطة (1.018) إضافةً إلى ارتفاع قيمه في التجربتين عن القياس الأساسي، إلاّ أن ارتفاعها في تجربة الغمر كانت أقل مقارنة بالضابطة. ومن الممكن تفسير هذه النتيجة إلى زيادة تركيز هرمون aldosterone بشكلٍ أعلى ودال إحصائياً في التجربة الضابطة. فنتيجة لأن هرمون aldosterone يعمل على إعادة امتصاص

الصوديوم والماء من الكليتين من جهة وإفراز البوتاسيوم عبر البول من جهة ثانية، فإن تركيزه العالي في التجربة الضابطة أدى إلى زيادة كثافة البول بشكلٍ أعلى عما كان عليه في القياس الأساسي من جهة وفي تجربة الغمر من جهة ثانية. ويبدو أنه لهذا السبب كان قد أشار Guyton and Hall (2006) إلى ضرورة شربِ العصير المحتوي على البوتاسيوم بعد الجري في الجو الحار، وهذا ما وجد في دراسة Susan et al.(2006) حيث كان USG أقل بعد تجربة الغمر بالماء البارد. والجدير بالذكر أن الزيادة في USG ناجمة عن مرض السكري "Diabetes Millitus"، ونقصان مفرط في الماء "Excessive water loss"، في حين أن انخفاضه عن المدى الطبيعي يدل على فشل كلوي "Renal Failure" (Tortora and Derickson. 2006).

زمن الجري/التحمل في الجرعة الثانية

فقد زاد وبشكلٍ دالٍ إحصائياً في تجربة الغمر (43.34 دقيقة) مقارنة بالضابطة (30.46 دقيقة) (شكل 7). حيث زاد (تحسن) بفعل الغمر بنسبة 42.28%. وقد يكون ذلك كنتيجة للحد من فرط الحرارة وبالتالي تأخير ظهور التعب. وهذه النتيجة توافقت مع دراسة Susan et al.(2006) حيث ساهم الغمر في تقليل (تحسن) زمن العدو (الجري بعكس العدو من حيث الزمن)، وكذلك بالنسبة لدراسة Hiroshi et al. (2005) ودراسة Sandra and Winfried.(2007) واللتان تضمنتا جاكيت التبريد والذي ساعد في زيادة (تحسن) زمن التحمل. ويبدو أن الغمر بالماء البارد وما يسببه من تأثيرات إيجابية متعلقة بالحد من ارتفاع درجة حرارة الجسم لمعدلات حرجة، وتقليل الإجهاد القلبي الوعائي كان له دور أكبر في تأخير ظهور التعب وبالتالي زيادة زمن الجري/التحمل في الجرعة الثانية. من جهةً ثانية، فإن تأخير ظهور التعرق أو/و تقليله في تجربة الغمر بالماء البارد ربما ساهم أيضاً بدرجة عالية في ثبات حجم الدم وضغطه، الأمر الذي انعكس في دفع دم كاف للعضلات العاملة للاستمرار بالجري لزمن أطول، وربما هذه الآلية الفسيولوجية كانت منخفضة أو متأثرة في التجربة الضابطة جراء الضغط الحراري، مما أدى ذلك إلى انخفاض دفع الدم للعضلات وبالتالي عدم القدرة على الاستمرار في الجري/ التحمل (الوصول للتعب المبكّر).

ما المعروف مسبقاً عن الموضوع؟	ماذا أضافت الدراسة الحالية؟
• غمر الجزء العلوي للجسم بماء بارد (5 س، 14 س) بعد جرعة جري في جو حار يؤخّر التعب ويقلل (يحسن) زمن العدو في الجرعة الثانيةّ.	• غمر الجزء السفلي للجسم بماء بارد (15-16 س) بين جرعتي جري في جو حار يؤخّر التعب ويزيد (يحسن) زمن الجري/التحمل في الجرعة الثانية.

الاستنتاجات والتوصيات

بعد عرض النتائج ومناقشتها تم التوصل/الاستنتاج إلى أن غمر الجزء السفلي للجسم (من القدمين للحوض) بالماء البارد (15-16 س) لمدة 12 دقيقة بعد جري 50 دقيقة بشدة متوسطة في جو حار (34-35 س) أخّر من ظهور التعب وزاد من زمن الجري/التحمل في الجرعة الثانية، حيث زاد (تحسن) زمن الجري/التحمل بنسبة 42.28 % مقارنة بالتجربة الضابطة. إضافةً إلى تأثير الغمر الإيجابي على المتغيرات الفسيولوجية، ولو أن معدل النبض في تجربة الغمر كان أعلى إلاّ أن هذا لا يعني تأثير سلبي، فالزمن الأطول في الجري وكذلك السرعة/ الشدة الأعلى (نظراً لازدياد السرعة 1كم/ساعة كل 5 دقائق) التي وصل إليها اللاعبون في الجرعة الثانية من تجربة الغمر قد أدى ذلك إلى ارتفاعه عن التجربة الضابطة، ولكن يبقى أقل مما كان عليه في الدراسات السابقة. وبالتالي، فإن ما افترضناه قد توافق مع نتائج الدراسة.

من هنا، يوصي الباحثان باستخدام لاعبي التحمل طريقةَ الغمر بالماء البارد في دورة الألعاب الأولمبية الحارة في الصين عام 2008، إضافةً إلى ممارسي الأنشطة البدنية في الهواء الطلق في فصل الصيف. ومن المحبذ استخدام تلك الطريقة من خلال بانيو "tub" في محطّات سباق المسافات الطويلة كالماراثون والضاحية عند تعرض اللاعب لفرط الحرارة. إضافةً إلى إجراء دراسات مشابهه على رياضة أخرى وطريقة تبريد مختلفة.

المراجع

Abdelnour, Amid, Dahabreh, Nashat, Sahyoun, Zeina and Haddad, Jamie. 2002. Labwise: guide to laboratory investigation. Economic Press Co, 3rd edition, Jordan, 28.

Amstrong, Lawrence E., Epstein, Yoram, Greenleaf, John E., Haymes, Emily M., Hubbard, Royer W., Roberts, William O. and Thompson, Paul D. 1996. American College of Sports Medicine, positioned stand: Heat and cold illnesses during distance running. *Med. Sci. Sports Exerc*. 28: i-x.

Bailey D. M, Erith S. J, Griffin P. J, Dowson A, Brewer D. S, Gant N and Williams C. 2007. Influence of cold-water immersion on indices of muscle damage following prolonged intermittent shuttle running. *Journal of Sports Science*; 1-8, i first article.

Crandall, Craig, G., Cui, Jain and Wilson Thad E. 2003. Effects of heat stress on baroreflex function in human. *Acta Physiol Scand*, 177, 321-328.

Duffield R, Dawson B, Bishop D, Fitszimons M and Lawrence S. 2003. Effect of wearing an ice cooling jacket on repeat sprint performance in warm/ humid conditions. *Br J Sports Med*, 37, 164-169.

Glazer, James, L. 2005. Management of heatstroke and heat exhaustion. *American Family Physician Center*; 71 (11): 2133-2140.

Guyton, C. Arthur and Hall John. 2006. Textbook og medical physiology. 11th edition. Elsevier Saunders, USA

Haddad, Eran Rav-Acha, Moshe, Heled Yuval, Yoram Epstein and Daniel S. 2004. Heat stroke: a review of cooling methods. *Sports Med*; 34 (8): 501-511.

Hasegawa, Hiroshi, Takatori, Tadashi, Komura Takashi and Yamasaki Masahiro. 2005. Wearing a cooling jacket during exercise reduces thermal strain and improve endurance exercise performance in a warm environment. *Journal of Strength and Conditioning Research*;19 (1): 122-128.

Herbert A. Devries and Terry J. Housh. 1994. *Physiology of exercise*, 5th edition. Brown and Benchmark Publishers, USA,129.

Hoffbrand, A. V., Moss P. A. H. and Pettit J.E. 2006. Essential Haematology, 5th edition. Blackwell Publishing Ltd, UK., 16, 33-41.

Johnson, Darren L. and Mair, Scott D. 2006. Clinical sports medicine. Mosby and Elsevier Inc, USA., 47-55.

Keresztes, Patricia A. and Brick Katie. 2006. Therapeutic hypothermia after cardiac arrest. *Dimens Crit Care Nurs*; 25 (2): 71-76.

Marino F. E. 2002. Methods, advantages, and limitations of body cooling for exercise performance. *Br J Sports Med*; 36: 89-94.

Maw G. J, Mackenzei I. L and Tylor N. A. S. 1998. Human body-fluid distribution during exercise in hot, temperate and cool environments. *Acta Physiol Scand*; 163, 297-304.

Nag, P. K, Pradhan C. K, Nag A, Ashtekar S. P and Desai H. 1998. Effecacy of a water-cooled garment for auxiliary body cooling in heat. *Ergonomics*; 41 (2): 179-187.

Nielsen, Bodil and Nypo, Lars. 2003. Cerebral changes during exercise in the heat. *Sports Medicine*; 33 (1): 1-11.

Quod, Marc J., Martin David T. and Laursen Paul B. 2006. Cooling athletes befor competition in the heat. *Sports Med;* 36 (8): 671-682.

Shirreffs, Susan M.. 2005. The importance of good hydration for work and exercise performance. *Nutrition Reviews*; 63 (2): S14-S21.

Smith, J. E. 2005. Cooling methods used in the treatment of exertional heat illness. *Br J Sports Med*; 39: 503-507.

Stocks J. M, Patterson M. J, Hyde A. B, Mittleman K. D and Tylor N. A. S. 2004. Effects of immersion water temperature on whole-body fluid distribution in humans. *Acta Physiol Scand*; 182, 3-10.

Told, Gabrielle, Bulter, Jane E., Tylor Janet L. and Gandevia S. 2005. Hyperthermia: a failure of the motor cortex and the muscle. *J Physiol*; 563, 2, 621-631.

Tortora J. Gerard and Derickson Bryan.2006. Principle of Anatomy and Physiology, 11th edition. Wiley, USA., 753, 1016, 1021.

Ückert, Sandra and Joch, Winfried. 2007. Effects of warm-up and precooling on endurance performance in the heat. *Br J Sports Med*; 41: 380-384.

Vinay, Kumar, Abbas Abul, Fausto Nelson and Mitchell Richard. 2007. *Robbins basic pathology*, 8th edition. Saunders- Elsevier Inc, USA., 299.

Wilde A. D. 1999. The effect of cold water immersion on the nasal mucosa. Clin Otolaryngol; 24: 411-413.

Yeargin, Susan W., Casa Douglas J., Mclung Joseph M., Chad Knight J., Healey Julie C., Goss Joch P., Harvard

subsequent performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*; 20 (2): 383-389.

William R. and Hipp George R. 2006. Body cooling between two bouts of exercise in the heat enhances

The Effect of Cold Water Immersion between 2 sessions of Running In a Hot Environment on some Physiological Responses and Running Time In the Second Session

Mohammad F. Abu Mohammad and Sameera M. Orabi *

ABSTRACT

The aim of the present study was to examine the effect of cold water immersion between 2 sessions of running in a hot environment on some physiological responses and running time in the second session. Using a random blind-design, 6 athletes participated in two trials (7 days apart). Athletes ran 50 minutes on a treadmill at moderate intensity in a laboratory (34-35°c) (session 1) before 12 min of the break in either cold water immersion/trial CWI or without immersion/trial C. After the break, athletes performed an incremental running protocol on a treadmill until volitional fatigue (session 2). Trial CWI had significantly lower oral temperature, aldosterone concentration and urine specific gravity and higher heart rate and plasma volume postsession 2 than trial C. Running/endurance time was significantly longer in trail CWI (α<0.05). In conclusion, cold water immersion increased running time. The authors recommends using CWI in a hot Olympic games in 2008 in Beijing.

Keywords: Hot Environment, Cold Water Immersion, Aldosterone Hormone.

*Faculty of Physical Education, University of Jordan, Amman, Jordan. Received on 17/1/2008 and Accepted for Publication on 11/6/2008.