تأثير الغمر بالماء البارد وشرب الماء البارد على بعض الاستجابات الفسيولوجية وزمن التحمل في الجو الحار

محمد فايز أبو محمد وسميرة محمد عرابي *

ملخص

هدفت هذه الدراسة لمعرفة تأثير الغمر بالماء البارد وشرب الماء البارد على بعض الاستجابات الفسيولوجية وزمن التحمل في الجو الحار. استخدم التصميم الأعمى العشوائي لمجموعة واحدة ضمت 6 لاعبين اشتركوا في 3 تجارب بواقع جرعتين لكل تجربة (بفاصل 7 أيام). جرى اللاعبون 50 دقيقة على جهاز السير المتحرك بشدة متوسطة في مختبر(34-35 س) (الجرعة 1)، وأعقب ذلك فترة راحة تخلّلها 12 دقيقة إما غمر بالماء البارد (تجربة الغمر)، شرب الماء البارد (تجربة الشرب) أو تجربة ضابطة، ثم أدوا بروتوكول الجري المتزايد للسرعة حتّى التعب على الجهاز بداخل المختبر (الجرعة 2). أظهرت النتائج انخفاض درجة حرارة الفم، انخفاض تركيز هرمون ألدستيرون، انخفاض كثافة البول وارتفاع معدل النبض وبشكلٍ دالٍ إحصائياً بعد الجرعة الثانية في تجربة الغمر. وكانت درجة حرارة الفم أقل وبشكلٍ دالٍ إحصائياً في تجربة الشرب مقارنة بالضابطة. لم توجد فروق إحصائية بين التجارب في حجم البلازما. زمن التحمل/الجري كان أطول وبشكل دال إحصائياً في تجربة الغمر مقارنة بتجربتي الشرب والضابطة ($\alpha<0.05$). وكان الاستنتاج أن طريقة الغمر بالماء البارد زادت من زمن التحمل وحسنت من الاستجابات الفسيولوجية. وأوصى الباحثان باستخدامها في دورة الألعاب الأولمبية الحارة (الصين، 2008).

الكلمات الدالة: الجو الحار، الغمر بالماء البارد، كثافة البول.

المقدمة

تم التثبت من أن لاعب التحمل ميالٌ للتعب المبكّر أثناء الجري في الجو الحار (30 س فأكثر) (Lawrence et al., 1996; Marino, 2002; Gabrielle et al., 2005; Susan, 2005; Darren and Scott, 2006; Marc et al., 2006; Sandra and Winfried, 2007)

إن درجة حرارة الجسم هي في الأساس منضبطة من خلال التوازن ما بين إنتاج وفقدان الجسم للحرارة، فمراكز الضبط الحراري الواقعة في Hypothalamus تستقبل إشارات من Thermoreceptors الواقعة تحت سطح الجلد إما لزيادة أو خفض درجة الحرارة عبر آليات تعدل (تزيد أو تخفّض) من معدل إنتاج الحرارة.

ودرجة حرارة مركز الجسم "Body core temperature (Tc)" تتباين بالاعتماد على درجة حرارة الجو ومعدل الأيض الداخلي وما يرتبط به من مجهود بدني (Smith, 2005; Darren and Scott, 2006). فكل 0.6 س زيادة في Tc يقابلها ارتفاع في معدل الأيض الأساسي بنسبة 10% (Darren and Scott.2006). وفقدان 2% من كتلة الجسم جراء التعرقّ عند الجري لمدة 60 دقيقة أو أكثر في جو حار من الممكن حدوثه بالمقارنة مع جو بارد (5-10 س)، معتدل (20-22 س) أو حتّى دافئ (24-29 س) (Susan, 2005).

فالجري لفترة طويلة في جو حار قد يعرض اللاعب لفرط الحرارة/الإجهاد الحراري (38.5 س فأكثر) (Gabrielle et al., 2005) بسبب زيادة إنتاج الحرارة الأيضي (Lawrence et al., 1996;Susan et al., 2006)، أو بسبب الجفاف الناجم عن التعرق المفرط (Nag et al., 1998; Susan, 2005). ففرط الحرارة "Hyperthermia" يؤدي إلى إجهاد قلبي وعائي وإجهاد الضبط الحراري، فضلاً عن إجهاد عصبي مركزي؛ فالدماغ من أكثر الأعضاء تأثرا بفرط الحرارة (Duffield et al.2003)، والتي تسبب فشل القشرة الحركية المتمثّل في انخفاض الحافز/التنشيط الإرادي للعضلة (التعب المركزي) (Marino, 2002; Bodil and Lars, 2003; Gabrielle et al., 2005;

* كلية التربية الرياضية، الجامعة الأردنية، الأردن. تاريخ استلام البحث 2008/1/17، وتاريخ قبوله 2008/6/22.

(Marc et al., 2006). ومن هنا، فإن ذلك يدعو إلى إيجاد طرق تبريد تحد من فرط الحرارة وبالتالي تؤخّر من حدوث التعب.

إن شرب الماء البارد (8-10 س) يسهل عمل الجهاز المعدي المعوي، ولا بد للاعب من تناول 100-200مل كل 15 دقيقة أثناء الجري في جو حار (Rushall and Pyke.1990) ، وقد شددت الكلية الأمريكية للطب الرياضي على عدم تجاوز ما مقداره 150-300مل كل 15 دقيقة، خوفاً من حدوث نقص صوديوم الدم "Hyponatraemia" (Lawrence et al., 1996)، لأن تلك الحالة ينجم عنها Muscular weakness, dizziness, headache, hypotension, tachycardia, mental confusion, stupor and coma (Tortora and Derickson, 2006).

وطريقة الغمر بالماء البارد استخدمت في المجال الطبي في الثلاثينات من القرن الماضي (Eran et al., 2004). وكانت من أسرع طرق التبريد في خفض درجة حرارة الشرج لدى لاعبي التحمل الذين أصيبوا بضربة الحرارة (Lawrence et al., 1996; Darren and Scott, 2006). فالغمر بالماء البارد يسهم في تقليل الضغط الإسموزي (Stocks et al.2004) ويساعد على رفع حجم وضغط الدم جراء ما يسببه من تضيق في الأوعية الجلدية/الطرفية حيث ينجم عن هذا التضيق اندفاع الدم الجلدي المبرد إلى مركز الجسم Marino.2002;Marc et al.2006)، كما يقلّل الغمر من معدل التعرق (Marino, 2002) والإحساس بالعطش (Susan et al., 2006).

وهناك طرقٌ تعمل على تبريد الجلد (جاكيت التبريد، رشّ الجسم بالماء مع مروحة للتبخّر, هواء رطب "Cool")، تبريد مركز الجسم (شرب الماء البارد، تنفس هواء رطب، إعطاء محاول السالين المبرد عبر بالوريد)، وطرقٌ لتبريد مركز الجسم والجلد معاً (الغمر بالماء البارد، غرفة باردة، مجموعة علاجات) (Marc et al.2006). ولكن السؤال عن أي من طرق التبريد تحول دون ارتفاع درجة حرارة الجسم لمعدلات عالية وبالتالي تحسن الأداء البدني، لم يتم التثبت أو الإجابة عن هذا التساؤل (Marc et al.2006;Sandra and Winfried.2007). وهذا ما لفت النظر للبحث في تأثير شرب الماء البارد والغمر بالماء البارد بين جرعتي جري في جو حار على بعض الاستجابات الفسيولوجية وزمن التحمل في الجرعة الثانية.

مشكلة الدراسة وأهميتها

نظراً لعدم التثبت حول أي من طرق التبريد تحول دون ارتفاع درجة حرارة الجسم لمعدلات عالية وتحسن الأداء البدني في الجو الحار، ونظراً لاهتمام الباحثين بإجراء دراسات 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). ونتيجةً لأن الدراسات الخاصة برياضة التحمل لم تتضمن غمر الجزء السفلي للجسم بالماء البارد. ولما كان شرب الماء البارد وسيلةً لاسترجاع بعض المفقود جراء التعرق ولتبريد الجسم على حد سواء، فإن ذلك لفتَ نظر الباحثين للبحث حول تأثير شرب الماء البارد وغمر الجزء السفلي للجسم بالماء البارد بين جرعتي جري في جو حار على بعض الاستجابات الفسيولوجية وزمن التحمل في الجرعة الثانية. وذلك في محاولة للخروج بنتائج قد تفيد اللاعبين المشاركين في دورة الألعاب الأولمبية التي ستقام في الصين، ومن يعاني من ارتفاع سريع في درجة حرارة جسمه عند أداء المجهود البدني في فصل الصيف.

هدف الدراسة

معرفة تأثير التبريد (شرب الماء البارد وغمر الجزء السفلي للجسم بالماء البارد) بين جرعتي جري في جو حار على بعض الاستجابات الفسيولوجية وزمن التحمل/الجري في الجرعة الثانية. إضافةً إلى معرفة أيهما أفضل في تحسين الأداء البدني (التحمل).

فرضية الدراسة

هناك تأثيرٌ إيجابي للتبريد (شرب الماء البارد وغمر الجزء السفلي للجسم بالماء البارد) بين جرعتي جري في جو حار على بعض متغيرات الدراسة الفسيولوجية وزمن التحمل/الجري في الجرعة الثانية.

الدراسات السابقة

بعد اطلاع الباحثين 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 ساهم 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.

وهدف 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 الماء 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:[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 في الجرعة الأولى فقط، ولم تتضمن التجربة الضابطة شيئاً. وأخيراً أظهرت النتائج أن جاكيت التبريد قلّل من الإجهاد الحراري، وزاد من زمن التبديل/التحمل على الدراجة.

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 مُظلل - 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).

وحديثاً هدفَ بيلي وآخرون Bailey et al.(2007) إلى تقييم تأثير الغمر بالماء البارد على مؤشرات أعراض تلف العضلة "DOMS" بعد جري مطول متقطّع عند20 شخصاً قُسموا 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 وونفريد 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 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 الدراسات المتضمنة غمراً – بعد بحث طويل- 3 دراسات فقط. ودراسة واحدة تضمنت الغمر بماء بارد بين جرعتي جري في جو حار، إلاّ أنها تضمنت غمر الجزء العلوي فقط، والجرعة الثانية كانت عدواً لا جرياً. وأما الدراستان اللّتان تضمنتا غمر الجزء السفلي للجسم بالماء البارد كانت عند (5 س) لمدة 60 دقيقة ودون أي مجهود بدني، والدراسة الأخرى كانت عند (10 س) لمدة 10 دقائق وبعد الانتهاء من التجربة (جرعة واحدة). إضافةً إلى أن دراسات جاكيت التبريد أيضاً كانت للطرف العلوي. من جهة ثانية، فإن الدراسة التي تضمنت شرب الماء البارد كانت

WBGT: Wet-bulb globe temperature.

مع جاكيت التبريد وليس الغمر، ودرجة حرارة ماء الشرب كانت 14-16 س وليس 10 س كما في الدراسة الحالية. ولعل كل ذلك جعل للدراسة الحالية أهمية بالغة في إجرائها.

إجراءات الدراسة

منهج الدراسة

تم استخدام المنهج التجريبي لملاءمته مثل هذه الدراسات.

عينة الدراسة

اشترك في الدراسة 6 لاعبين من لاعبي الأمن العام الأردني لجري المسافات الطويلة (العمر22±0.1 سنة، الكتلة58.6±1 كغم، الطول 169±0.08 سم، العمر التدريبي 2±0.08 سنة، حجم التدريب الأسبوعي 10±0.0 ساعة، نبض الراحة59.6±0.52 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 وكلية الدراسات العليا في الجامعة الأردنية.

متغيرات الدراسة

1. متغير مستقل: التبريد (الشرب والغمر).
2. متغيرات تابعة وأوقات قياسها:

أ. متغيرات فسيولوجية "Physiological responses"

- Oral temperature (To) - درجة حرارة الفم. (قبل وبعد كل جرعة)
- Heart rate (HR) - معدل النبض. (قبل وبعد كل جرعة)
- Haematocrit (Hct)- الهيماتوكريت، أُخذ لاشتقاق حجم البلازما. (بعد الجرعة الثانية)
- Plasma volume (PV) - حجم بلازما الدم. (بعد الجرعة الثانية)
- Aldosterone hormone - هرمون ألدستيرون. (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 ثلاث تجارب لجميع المشتركين، وهي: [تجربة الغمر بالماء البارد " Cold water immersion (CWI)"، تجربة شرب الماء البارد "Cold water intake (W)" والتجربة الضابطة "Control trial (C)"]، وبفاصل زمني مدته 7 أيام بين التجربتين بهدف تجنب أية تأثيرات لاحقة. 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 (Marc et al. 2006; 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 تجربة الشرب تناول اللاعبون 160مال من الماء وهم بنفس الوضعية خارج حوض الغمر، والضابطة لم تتضمن الغمر ولا الشرب ولكن كان اللاعبون فيها أيضاً بنفس الوضعية 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 يُعزى 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 من الكربوهيدرات المعقدة وأما الخيار فيعطي رطوبة للفم والحلق ويسهم في امتصاص الحرارة. وقبل ساعتين من بدء كل تجربة تم إعطاء اللاعبين 500 مال من الماء البارد (10 س) على مرحلتين (250 ثم 250مال) وذلك لضمان التروية الجيدة "Euhydration"، وتدريجياً حتى لا يتم تحفيز الكليتين في طرح نسبة مناسبة من الماء (Hiroshi et al. 2005).

هذا وقد خصص 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 كلتا الجرعتين من كل تجربة 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 أن

تطبيق التجارب جميعها كان في الصباح المبكر لتجنب اختلاف الإيقاع اليومي "Circadian cadence" .

تجربة/طريقة الغمر بالماء البارد (I)

بعد 3 ساعات من تناول الوجبة وساعتين من شرب الماء، أُدخل اللاعبون إلى المختبر لأداء الجرعة الأولى (50 دقيقة) والتي تضمنت 20 دقيقة من الجري المتزايد للسرعة على Treadmill حتّى الوصول إلى السرعة 14كم/ساعة (أي جرى اللاعبون لمدة 5 دقائق لبلوغ السرعة 8كم/ساعة، عندها تم زيادة 1كم/ساعة كل 2.5 دقيقة لبلوغ السرعة 14كم/ساعة)، وعند هذه السرعة استمر اللاعبون بالجري لمدة 30 دقيقة (تم تحديد تلك السرعة في تجربة استطلاعية)، وأعقب 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 خلع شورت السباحة وارتداء ملابس الجرعة الثانية (في غضون 6 دقائق إضافةً إلى قياس HR and To قبل وبعد التبريد) أُدخل اللاعبون مرةً أخرى إلى المختبر لأداء الجرعة الثانية والتي تضمنت الجري المتزايد للسرعة على Treadmill بدءاً من السرعة 8كم/ساعة حتّى الوصول إلى حد التعب الإرادي "Volitional fatigue" (أي بدء الجري عند السرعة 8كم/ساعة والتي كانت تزداد 1كم/ساعة كل 5 دقائق حتّى التعب الإرادي) وسبق ذلك إحماء لمدة دقيقتين لبلوغ السرعة 8كم/ساعة. علماً بأن بروتوكول الجرعة الثانية أُخذ من دراسة ساندرا ووينفريد Sandra and (Winfried.2007)، والمقصود بالتعب الإرادي هو عدم مقدرة اللاعب في المحافظة على نفس معدل الخطوة أثناء الجري – عدم توصيله لحد الانهيار Collapse-، فما إن كان يرفع يده إشعاراً بالوصول إلى التعب كان يُنظر إلى قدميه للتأكد من وصوله لذلك الحد. والأولى كانت من تصميم الباحثين.

تجربة/طريقة شرب الماء البارد (W)

اجري في هذه التجربة ما طبق في التجربة السابقة، ولكن دون عملية الغمر بالماء البارد. ففي فترة الراحة وخلال عملية التبريد (12 دقيقة) تم إعطاء كل لاعب 160 ملل من الماء البارد (10 س) وُزعت هذه الكمية على جرعتين/مرحلتين (80 ملل عند الدقيقة الأولى – ثم 80 ملل عند الدقيقة السادسة من أصل اثنتي عشرة دقيقة). ولكن الوضعية التي كان عليها اللاعبون داخل حوض الغمر (الجلوس الطويل) كانوا عليها في هذه التجربة خارج حوض الغمر وبنفس الغرفة (25-26 س). كما وأعطي كل لاعب أثناء الجري في الجرعة الأولى 400 ملل من الماء (10 س)، حيث وُزعت هذه الكمية على 6 جرعات/مراحل أثناء الجري (عند الدقيقة 20، 25، 30، 35، 40،45)، حيث كانت كمية الماء عند الدقيقة 20 هي 70 ملل (لم يتم إعطاء اللاعبين ماء أثناء الإحماء/20دقيقة)، وأما 66 ملل فكانت متساوية لبقية الجرعات/المراحل.

التجربة/الطريقة الذاتية الضابطة (C)

تضمنت هذه التجربة ما أُجري في التجربتين السابقتين من خطوات تجريبية، ولكن دون تناول الماء البارد ودون الغمر، وأما الوضعية (الجلوس الطويل) كانت مماثلة خارج حوض الغمر وبنفس الغرفة.

ومن اللافت للنظر أن تناول/شرب الماء البارد أثناء الجري في الجرعة الأولى كان فقط في تجربة شرب الماء البارد!. والسبب المنطقي والعلمي لإجراء ذلك يرجع إلى أن الدراسات التجريبية لا بد أن تكون واقعية ومبنية على أسس علمية حتّى يمكن تطبيقها على أرض الواقع (Marino, 2002)، فعلماء الطب الرياضي أشاروا إلى ضرورة شرب اللاعب للماء البارد قبل، أثناء وبعد المجهود البدني بكميات مناسبة وفقاً لطبيعة الرياضة (Lawrence et al., 1996; Darren and Scott, 2006). وهذا ما تم القيام به في الدراسة الحالية باستثناء تجربتي الغمر والضابطة واللتين لم تتضمنا تناول اللاعبين للماء البارد أثناء الجرعة 1 بحكم طبيعة الدراسة. فمن غير الممكن تناول اللاعبين للماء في غضون 12 دقيقة، ومرةً أخرى غمرهم بالماء البارد لمدة 12 دقيقة وبعد ذلك نكشف حول أي من تلكما الطريقتين أفضل. ودراسة هيروشي وآخرون قاموا بإعطاء اللاعبين ماء بارداً أثناء الجرعة الأولى وخلال فترة الراحة في تجربة شرب الماء البارد.

الجرعة الأولى (34-35 س)	فترة الراحة/18 دقيقة (25-26 س)	الجرعة الثانية (34-35 س)
الجري لمدة 50 دقيقة	12 دقيقة غمر، ماء أو دونهما 6 دقائق قياسات مع تبديل الملابس	الجري حتّى التعب.

مخطّط يوضح خطوات الدراسة التجريبية لجميع التجارب.

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 أنTo عند 38.5 س تعادل درجة حرارة مركز الجسم/Tc عند الدرجة 39 س، والارتفاع عن تلك الدرجة قد يعرض الفرد لأعراض فرط الحرارة (Lawrence et al 1996;Susan et al.2006)، وبالتالي كان الهدف عدم تخطي الدرجة (38.5 س) وذلك ليس فقط لتجنب أعراض تلك الدرجة، لأنه قد لا يحدث 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 (Groins) 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 سوزان وآخرين عند غمر الجزء العلوي لمدة 12 دقيقة. وبالنسبة لوضعية الجلوس الطويل، اختيرت تجنّباً ليحدث صعوبة في حركة الركبة (Bailey et al., 2007). وأما كمية الماء فحُددت على أساس200مل كل 15 دقيقة.

القياس الأساسي/المرجعي (Baseline)

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

القياسات، المواد والأجهزة

قام المشتركون بالجري 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 تم 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 تفريغه وإضافة ماء من الحنفية بارتفاع16سم ثم وضع مكعبات ثلج كبيرة الحجم (1م×20سم) لخفض درجة حرارة الماء، وقد تمت المحافظة على حرارة الماء ضمن 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. أما ماء الشرب فوضع في براد حافظ للبرودة حيث تمت المحافظة على درجة حرارته من خلال إضافة ماء بارد، وكان يعطى اللاعب ذلك الماء في كأسٍ طبي مدرج (Farlim-(BF-197) Training- cup,China). تم قياس درجة حرارة ماء الغمر والشرب 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). وقد 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 SPSS، حيث تم حساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية، واستخدم اختبار تحليل القياسات المتكررة "Repeated measurements"، نظراً لأن هناك مجموعة واحدة أُخذَ لها أكثر من قياسين/ثلاث تجارب، وهذا ما قامت به الدراسات التي تضمنت أكثر من تجربتين لمجموعة واحدة كدراسة ساندرا ووينفريد Sandra and Winfried.2007) وغيرها. كما تم استخدام اختبار Scheffe للمقارنات البعدية، وذلك لإيجاد الفروق بين التجارب في حالة وجود دلالة إحصائية عند اختبار تحليل القياسات المتكررة. ذلك أن اختبار Scheffe يهتم بالمقارنات الثنائية والمتعددة بالإضافة إلى أنّه أكثر تشدداً من بقية الاختبارات.

النتائج

معدل النبض (HR): تم حساب المتوسطات الحسابية

والانحرافات المعيارية لقياسات معدل النبض لجميع المشتركين عند أربع مراحل من كل تجربة (جدول 1).

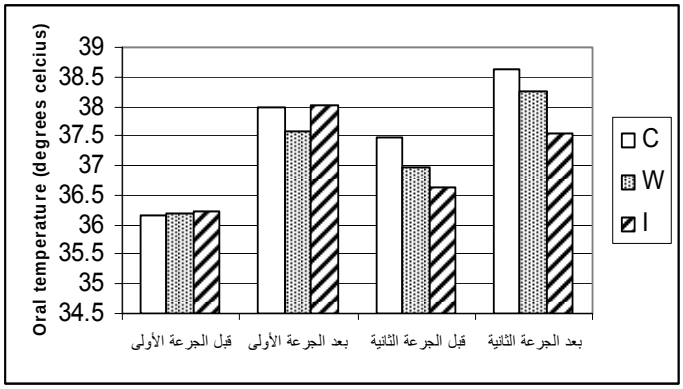
حيث بين (جدول 1) فروقاً حسابية/الظاهرة في المتوسطات الحسابية، وقد استخدم الرسم البياني لتوضيح تلك الفروق (شكل رقم 1).

ولتحديد مستويات الدلالة الإحصائية لتلك الفروق تم استخدام اختبار تحليل القياسات المتكررة كما هو مبين في الجدول 2.

حيث بين (جدول 2) عدم وجود فروق دالة إحصائياً عند مرحلتي قبل الجرعة الأولى وبعدها، بينما ظهرت فروق دالة إحصائياً عند مرحلتي قبل وبعد الجرعة الثانية ($\alpha<0.05$). ولتحديد مصادر تلك الفروق تم استخدام اختبار Scheffe (جدول 3).

الجدول رقم (1). المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لقياسات معدل النبض عند 4 مراحل من كل تجربة

المرحلة / طريقة التبريد	قبل الجرعة الأولى	بعد الجرعة الأولى	قبل الجرعة الثانية	بعد الجرعة الثانية
ذاتية أو ضابطة/C	59.67±0.52	155.00±2.45	96.00±5.37	156.00±0.00
شرب الماء البارد/ W	59.67±0.52	150.00±0.00	87.00±3.29	153.00±3.29
الغمر بالماء البارد/I	59.67±0.52	154.00±3.10	71.00±4.52	167.00±7.01



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

الجدول رقم (2). نتائج اختبار تحليل القياسات المتكررة للفروق بين قياسات معدل النبض حسب متغير التبريد

المرحلة	مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة ف	مستوى الدلالة الإحصائية
قبل الجرعة الأولى	طريقة التبريد	000	1	000	لا توجد فروق حسابية	
	الخطأ	000	5	000		
بعد الجرعة الأولى	طريقة التبريد	22.9	1	22.9	5.531	0.086
	الخطأ	20.7	5	4.14		
قبل الجرعة الثانية	طريقة التبريد	3051	1	3051	999.018	0.000*
	الخطأ	15.27	5	3.054		
بعد الجرعة الثانية	طريقة التبريد	734	1	734	37.602	0.000*
	الخطأ	97.6	5	19.52		

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

الجدول رقم (3). نتائج اختبار Scheffe للفروق بين قياسات معدل النبض حسب طريقة التبريد قبل الجرعة الثانية وبعد الجرعة الثانية

المرحلة	طريقة التبريد	المتوسط الحسابي	C	W	I
		71.00	**96.00**	**87.00**	**71.00**
قبل الجرعة الثانية	ذاتية أو ضابطة/C	96.00		9.00	25.00*
	شرب الماء البارد/W	87.00			16.00*
	الغمر بالماء البارد/I	71.00			
المرحلة	طريقة التبريد		**C**	**W**	**I**
		المتوسط الحسابي	**156.00**	**153.00**	**167.00**
بعد الجرعة الثانية	ذاتية أو ضابطة/C	156.00		3.00	11.00*
	شرب الماء البارد/W	153.00			14.00*
	الغمر بالماء البارد/I	167.00			

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

حيث بين (جدول 3) وجود فروق دالة إحصائياً بين تجربتي/طريقتي (الشرب/W والضابطة/C) وبين (تجربة الغمر/I) ولصالح تجربة الغمر/I وذلك عند مرحلة ما قبل الجرعة الثانية/بعد التبريد، ولصالح تجربتي (الشرب/W والضابطة/C) عند مرحلة ما بعد الجرعة الثانية/بعد التعب. لم توجد فروق دالة إحصائياً بين تجربة الشرب/W والتجربة الضابطة/C .

درجة حرارة الفم (To): تم حساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لقياسات درجة حرارة الفم عند أربع مراحل من كل تجربة (جدول 4).

حيث بين (جدول 4) فروقاً حسابية/الظاهرة في المتوسطات الحسابية، وقد استخدم الرسم البياني لتوضيح تلك الفروق (الشكل رقم 2).

ولتحديد مستويات الدلالة الإحصائية لتلك الفروق الحسابية تم استخدام اختبار تحليل القياسات المتكررة كما هو مبين في جدول 5.

وقد بين (جدول 5) عدم وجود فروق دالة إحصائياً عند مرحلة ما قبل الجرعة الأولى، في حين ظهرت فروق دالة إحصائياً عند المراحل الأخرى ($\alpha<0.05$)، حيث استخدم اختبار Scheffe لتحديد مصادر تلك الفروق (جدول 6).

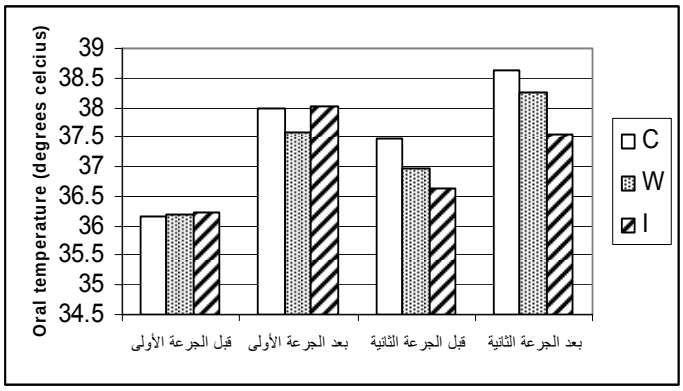
وقد بين (جدول 6) وجود فروق دالّة إحصائياً لصالح تجربة الشرب عند مرحلة ما بعد الجرعة الأولى. وأما مرحلتا ما قبل وبعد الجرعة الثانية فقد ظهرت فروق دالة إحصائياً لصالح تجربتي الشرب والغمر، ولكن في نفس الوقت كان هناك فروق دالة إحصائياً بينهما ولصالح تجربة الغمر بالماء البارد.

المتغيرات الخاصة بعينات الدم والبوْل: تم حساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لتلك المتغيرات بعد الجرعة الثانية فقط من كل تجربة (جدول 7).

حيث بين (جدول 7) فروقاً حسابية/تظهر في المتوسطات الحسابية، وقد استخدم الرسم البياني لتوضيح تلك الفروق (شكل رقم 3).

الجدول رقم (4). المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لقياسات درجة حرارة الفم عند 4 مراحل من كل تجربة.

المرحلة / طريقة التبريد	قبل الجرعة الأولى	بعد الجرعة الأولى	قبل الجرعة الثانية	بعد الجرعة الثانية
ذاتية أو ضابطة/C	36.17±0.05	37.98±0.15	37.48±0.17	38.63±0.21
شرب الماء البارد/ W	36.18±0.03	37.58±0.13	36.97±0.12	38.27±0.20
الغمر بالماء البارد/I	36.23±0.03	38.02±0.15	36.63±0.03	37.55±0.10



الشكل رقم 2. المتوسطات الحسابية لدرجة حرارة الفم عند 4 مراحل من كل تجربة.

الجدول رقم (5). نتائج اختبار تحليل القياسات المتكررة للفروق بين قياسات درجة حرارة الفم حسب متغيرالتبريد

المرحلة	مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة ف	مستوى الدلالة الإحصائية
قبل الجرعة الأولى	طريقة التبريد	0.016	1	0.016	3.636	0.125
	الخطأ	0.022	5	0.0044		
بعد الجرعة الأولى	طريقة التبريد	0.011	1	0.011	2.750	0.156*
	الخطأ	0.018	5	0.004		
قبل الجرعة الثانية	طريقة التبريد	3.428	1	3.428	72.936	0.000*
	الخطأ	0.234	5	0.047		
بعد الجرعة الثانية	طريقة التبريد	6.318	1	6.318	46.388	0.000*
	الخطأ	0.681	5	0.1362		

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

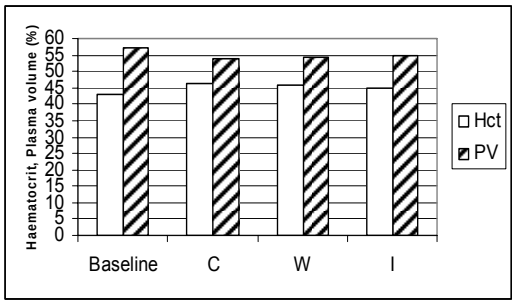
الجدول رقم (6). نتائج اختبار شيفيه (Scheffe) للفروق بين قياسات درجة حرارة الفم حسب طريقة التبريد بعد الجرعة الأولى، قبل الجرعة الثانية وبعد الجرعة الثانية

المرحلة	طريقة التبريد		C	W	I
		المتوسط الحسابي	**37.98**	**37.58**	**38.02**
بعد الجرعة الأولى	ذاتية أو ضابطة/C	37.98		0.40*	0.04
	شرب الماء البارد/W	37.58			0.44*
	الغمر بالماء البارد/I	38.02			
المرحلة	طريقة التبريد		C	W	I
		المتوسط الحسابي	**37.48**	**36.97**	**36.63**
قبل الجرعة الثانية	ذاتية أو ضابطة/C	37.48		0.51*	0.85*
	شرب الماء البارد/W	36.97			0.34*
	الغمر بالماء البارد/I	36.63			
المرحلة	طريقة التبريد		C	W	I
		المتوسط الحسابي	38.63	38.27	37.55
بعد الجرعة الثانية	ذاتية أو ضابطة/C	38.63		0.36*	1.08*
	شرب الماء البارد/W	38.27			0.72*
	الغمر بالماء البارد/I	37.55			

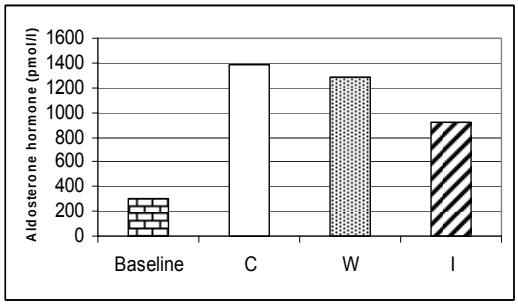
* ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha<0.05$)

الجدول رقم (7). المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لقياسات متغيرات الدم والبوْل في كل تجربة/طريقة

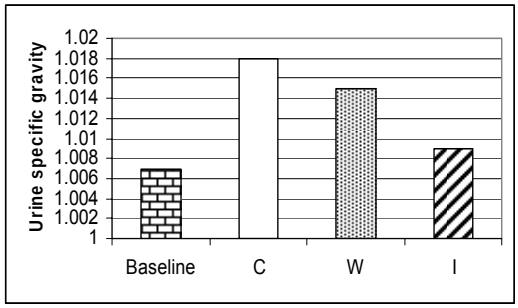
التجربة / المتغير	Baseline	الذاتية أو الضابطة/C	شرب الماء البارد/W	الغمر بالماء البارد/I
Hct	43.00±0.89	46.17±2.48	45.83±2.14	45.00±1.55
PV	57.00±0.89	53.83±2.48	54.17±2.14	55.00±1.55
Aldosterone	307.30±82.00	1389.58±362.18	1285.70±405.10	916.73±350.21
USG	1.007±0.003	1.018±0.003	1.015±0.003	1.009±0.003



شكل رقم 3أ. المتوسطات الحسابية لحجم للهيماتكريت وحجم البلازما.



شكل رقم 3ب. المتوسطات الحسابية لهرمون ألدستيرون.



شكل رقم 3ج. المتوسطات الحسابية لكثافة البوْل.

الشكل رقم 3أ-3ج. المتوسطات الحسابية للمتغيرات الخاصة بعينات الدم البوْل.

ولتحديد مستويات الدلالة الإحصائية لتلك الفروق الحسابية تم استخدام اختبار تحليل القياسات المتكررة كما هو مبين في جدول 8.

وقد أظهر (جدول 8) عدم وجود فروق دالة إحصائياً في متغيري Hct and PV بين جميع التجارب، بينما ظهرت فروق دالة إحصائياً في متغيري Aldosterone and USG. ولتحديد مصادر تلك الفروق فقد استخدم اختبار Scheffe (جدول 9).

حيث بين (جدول 9) وجود فروق دالة إحصائياً في متغيري Aldosterone and USG لصالح تجربة الغمر. ولم توجد فروق دالّة إحصائية بين تجربة الشرب التجربة والضابطة.

زمن التحمل/الجري : تم حساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لزمن التحمل/الجري الخاص بالجرعة الثانية من كل تجربة (جدول 10).

حيث بين (جدول 10) فروقاً حسابية/ظاهرة في المتوسطات الحسابية، وقد استخدم الرسم البياني لتوضيح تلك الفروق (شكل رقم 4).

ولتحديد مستويات الدلالة الإحصائية لتلك الفروق الحسابية تم استخدام اختبار تحليل القياسات المتكررة كما هو مبين في جدول 11.

حيث أظهر (جدول 11) فروقاً دالة إحصائياً في زمن التحمل/الجري بين التجارب الثلاث. وقد تم استخدام اختبار Scheffe لتحديد مصادر تلك الفروق كما هو مبين في جدول 12.

الجدول رقم (8). نتائج اختبار تحليل القياسات المتكررة للفروق بين متغيرات الدم والبوْل حسب متغير التبريد

المتغير	مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة ف	مستوى الدلالة الإحصائية
Hct	طريقة التبريد	6.054	1	6.054	3.620	0.097
	الخطأ	8.362	5	1.6724		
PV	طريقة التبريد	6.054	1	6.054	3.806	0.086
	الخطأ	7.954	5	1.591		
Aldos	طريقة التبريد	154867.6	1	154867.6	5.429	0.036*
	الخطأ	142634.8	5	28526.96		
USG	طريقة التبريد	0.0004	1	0.0004	33.333	0.000*
	الخطأ	0.00006	5	0.000012		

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

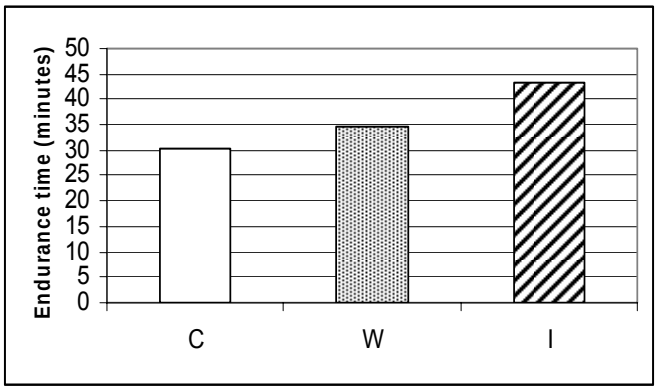
الجدول رقم (9). نتائج اختبار Scheffe للفروق بين قياسات متغيري Aldosterone and USG بعد الجرعة الثانية

المتغير	طريقة التبريد		C	W	I
		المتوسط الحسابي	1389.58	1285.70	916.73
Aldosterone	ذاتية أو ضابطة/C	1389.58		103.88	472.85*
	شرب الماء البارد/W	1285.70			368.97*
	الغمر بالماء البارد/I	916.73			
المتغير	طريقة التبريد		C	W	I
		المتوسط الحسابي	1.018	1.015	1.009
USG	ذاتية أو ضابطة/C	1.018		0.003	0.009*
	شرب الماء البارد/W	1.015			0.006*
	الغمر بالماء البارد/I	1.009			

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

الجدول رقم (10). المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لقياسات زمن التحمل لعينة الدراسة في كل تجربة.

طريقة التبريد	المتوسطات الحسابية	الانحرافات المعيارية
ذاتية أو ضابطة/C	30.46	1.54
شرب الماء البارد/W	34.75	1.78
الغمر بالماء البارد/I	43.34	4.90



الشكل رقم 5. المتوسطات الحسابية لزمن التحمل لكل تجربة.

الجدول رقم (11). نتائج اختبار تحليل القياسات المتكررة للفروق بين قياسات زمن التحمل حسب طريقة التبريد

	مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة ف	مستوى الدلالة الإحصائية
زمن التحمل	طريقة التبريد	734.514	1	734.514	166.495	0.000*
	الخطأ	22.0581	5	4.41162		

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

الجدول رقم (12). نتائج اختبار Scheffe للفروق بين قياسات زمن التحمل/الجري حسب طريقة التبريد.

المتغير	طريقة التبريد	المتوسط الحسابي	C	W	I
			30.46	34.75	43.34
زمن التحمل	ذاتية أو ضابطة/C	30.46		4.29	12.88*
	شرب الماء البارد/W	34.75			8.59*
	الغمر بالماء البارد/I	43.34			

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

وقد بين (جدول 12) وجود فروق دالّة إحصائياً بين تجؤبيتّ الشرب والضابطو وتجربة الغمر ولصالح تجاربة الغمر بالماء البارد. ولم تظهر فروق دالّة إحصائياً بين تجربة الشرب والتجربة الضابطة.

المناقشة

معدل النبض "Heart rate (HR)"

أظهرت النتائج أن HR في تجربتي الشرب/W والضابطة/C كان أقل (153، 156 نبضة/دقيقة) على التوالي، وبشكلٍ دالٍ إحصائياً مقارنة بتجربة الغمر/I (167 نبضة/دقيقة) وذلك عند **مرحلة ما بعد الجرعة الثانية/بعد التعب**. ويمكن أن نعزو ذلك إلى الزمن الأطول في الجري والسرعة (الشدة) الأعلى التي وصل إليها اللاعبون في الجرعة الثانية في تجربة الغمر. وهذه النتيجة توافقت مع دراسة ساندرا ووينفريد (Sandra and Winfried.2007)، هيروشي وآخرين (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 (والعدو في دراسة سوزان) وبين التجارب الضابطة في تلك الدراسات لم يتجاوز 5.3 دقيقة لصالح تجارب التبريد، ولكن الفرق في زمن الجري بين تجربة الغمر والشرب في الدراسة الحالية كان 8.59 دقيقة، وبين الغمر والضابطة كان 12.8 دقيقة لصالح تجربة الغمر. مما أدى إلى ظهور فروق دالّة إحصائياً بين

التجارب الثلاث ولصالح تجربة الغمر. وأما عند **مرحلة ما بعد الجرعة الأولى/قبل التبريد**، فقد كان HR مرتفعاً في جميع التجارب ودون وجود فروق دالة إحصائياً. وهذا بالطبع راجع إلى استجابة القلب لطلب العضلات الهيكلية العاملة للدم أو/و الأكسجين أثناء المجهود البدني لا سيما وأنّه في الجو الحار. من جهة ثانية، فإن ارتفاع HR في تجربة W بمعدلٍ أقل عما كان عليه في تجربتي (C and I) على الرغم من عدم ظهور فروق دالة إحصائياً (شكل 1)، وقد يرجع ذلك إلى تناول اللاعبين للماء البارد أثناء الجري في الجرعة الأولى. ولكن في دراسة هيروشي وآخرين (Hiroshi et al.2005)، فإن ارتفاع HR في التجربة التي تضمنت تناول ماء بارد كان أقل وبشكلٍ دالٍ إحصائياً، ولكن في دراستهم تم إعطاء اللاعبين لتراً واحداً من الماء البارد خلال 60 دقيقة، بينما كانت كمية الماء البارد في الجرعة الأولى في الدراسة الحالية 400 ملل في غضون 50 دقيقة.

وعند **مرحلة ما قبل الجرعة الثانية/بعد التبريد**، فقد كان HR أقل في تجربة I (71 نبضة/دقيقة) وبشكلٍ دالٍ إحصائياً مقارنة بتجربتي C and W (96، 87 نبضة/دقيقة) على التوالي. ويمكن تفسير ذلك إلى أن الغمر بالماء البارد ساعد في خفض درجة الحرارة من خلال تبريد الدم الجلدي واندفاع ذلك الدم المبرد جراء مقاومة الأوعية الجلدية/الطرفية إلى مركز الجسم للتبريد، وبالتالي قلّل الغمر من الإجهاد القلبي الوعائي. 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 HR أقل وبدلالة إحصائية مقارنة بالضابطة. ولكن في دراسة بيلي وآخرين (Bailey et al., 2007) لم يظهر بين مجموعة الغمر والضابطة فروقاً دالّة إحصائياً في HR، حيث خلصوا إلى أن فترة التبريد 10 دقائق قد لا تكون. من هنا، يمكن القول بأن **مدى** الانخفاض في HR قبل وبعد التبريد وهو ما يسمى بـ Recovery كان أكبر في تجربة I (154-71 نبضة/دقيقة) عما كان في تجربتي C and W (155-96، 150-87 نبضة/دقيقة) على التوالي. وهذا قد يرجع إلى ازدياد حجم الدم المركزي وضغط الدم جراء تضيق الأوعية الطرفية/الجلدية بسبب الغمر والذي أدى إلى ازدياد حجم الضربة SV وبالتالي انخفاض HR. في الحقيقة، إن الغمر بالماء البارد يزيد (النتاج القلبي/CO and SV ويخفّض HR) (Marion.2002;Hiroshi et al.2005;Patricia and Katie.2006;Marc et al.2006)، كما ويسبب استجابة متوسطة لِـ Sympathetic nerve (Wilde. 1999)، ولعلّ هذا ما يزيد من الأمر وضوحاً حول سبب انخفاض HR بعد الغمر بالماء البارد مقارنة بتجربتي C and W .

درجة حرارة الفم "Oral temperature (To)"

فقد كانت To مرتفعة في جميع التجارب وذلك عند **مرحلة ما بعد الجرعة الأولى/قبل التبريد**. وهذا راجع إلى ازدياد إنتاج الحرارة الأيضي "Endogenous" استجابةً لمتطلبات المجهود البدني ولارتفاع درجة حرارة الجو "Exogenous". ولكن النتائج عند تلك المرحلة قد بينت أن To في تجربة W كانت أقل وبشكلٍ دالٍ إحصائياً مما كانت عليه في تجربتي C and I. ويبدو أن هذا مرده إلى تناول اللاعبين للماء البارد أثناء الجري في الجرعة الأولى والذي ساعد في تبريد الجسم من الداخل بحكم خاصية الماء البارد. إضافةً إلى تعويض بعض المفقود جراء التعرق. فالماء البارد يسهم في امتصاص الحرارة. وهذه النتيجة اتفقت مع دراسة هيروشي وآخرين (Hiroshi et al., 2005) فدرجة حرارة الشرج/Tre بعد الجرعة التي تضمنت تناول ماء بارد كانت أقل ولكن دالة إحصائياً مقارنة بالتجربة الضابطة. **وأما مرحلة ما قبل الجرعة الثانية/بعد التبريد**، فقد أظهرت النتائج أنّه وعلى الرغم من وجود فروق دالة إحصائياً لصالح تجربتي I and W،إلا أنّه في الوقت نفسه كانت هناك فروق دالة إحصائياً بينهما ولصالح تجربة I. ومن الممكن تفسير ذلك بأن التبريد بواسطة الغمر بالماء البارد قد حقّق درجة أعلى في خفض حرارة الجسم بفعل خاصيتي التوصيل والانتقال " Conduction and Convection". ولسوء الحظ، فإن شرب الماء البارد لا يندرج ضمن تلك المزايا، الأمر الذي يجعل من نظام الغمر بالماء البارد سلاحاً ذا حدين يتضمن التبريد من الخارج ومن الداخل. من هنا، فإن **مدى** الانخفاض في To في تجربة I كان أكبر من تجربتي C and W. وهذا ما أظهرته دراسة سوزن وآخرون (Susan et al., 2006) إلى أن الغمر بالماء البارد خفض من Tre بمدى أكبر مقارنة بالتجربة الضابطة. فضلاً عن ذلك، فإن الغمر بالماء البارد يمتاز أيضاً بخاصية النفاذية "Permeability" (Eran et al.2004).

وأما بالنسبة **لمرحلة ما بعد الجرعة الثانية/بعد التعب**، فقد أظهرت النتائج أنّه وعلى الرغم من وجود فروق دالة إحصائياً لصالح تجربتي I and W،إلا أنّه في الوقت نفسه كانت هناك فروق دالة إحصائياً بينهما ولصالح تجربة I (نفس النتيجة السابقة) حيث تعرض اللاعبون في التجربة الضابطة لفرط الحرارة؛ لأن To كانت 38.6 س. ولعل تفسير النتيجة يرجع إلى انخفاض To في تجربة I عند البدء بالجرعة الثانية (مرحلة ما قبل الجرعة الثانية/شكل2)، وهذا

قد يقود إلى أن درجة حرارة الدم عند اللاعبين في تجربة I عند البدء بالجرعة الثانية 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 بتجربتي C and W لا سيما C. وهذه النتيجة اتفقت مع سوزان وآخرين (Susan et al., 2006) ودراسة هيروشي وآخرين (Hiroshi et al., 2005) والأكثر من ذلك أن عدم الارتفاع الكبير في To في تجربة I قد يرجع إلى إعادة تروية الدم المبرد الموجود في الأوعية/الأنسجة الطرفية (Susan et al., 2006; Sandra and Winfried,2007).

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

فعلى الرغم من عدم ظهور فروق دالة إحصائياً في قيم Hct بين جميع التجارب/الطرق وبقاء القيم ضمن المدى الطبيعي (40-52%) (Hoffbrand et al., 2006)، إلاّ أن الزيادة في Hct عن Baseline في تجربة I كانت أقل مقارنة بتجربتي C and W، والعكس تماماً بالنسبة لمتغير PV والذي كان مقدار انخفاضه أيضاً أقل (إيجابي) في تجربة I (شكل 4). وقد يرجع تفسير هذه النتيجة إلى انخفاض معدل التعرق عند اللاعبين في تجربة I بفعل الغمر بالماء البارد وما يسببه من تضيق للأوعية الجلدية وتبريد الجسم وبالتالي تقليل التعرق. وبالنسبة لتجربتي C and W واللتين لم تتضمنا انخفاضاً كبيراً في PV مقارنة بتجربة I، فقد يرجع ذلك إلى زيادة تركيز هرمون Aldosterone وبشكلٍ دالٍ إحصائياً في التجربتين (الشكل 4). وأما الأمر الثاني، فلعلّ زيادة الضغط الإسموزي ايضاً في C and W لا سيما C جراء التعرق لفترة طويلة أيضاً ساهم بدورٍ كبير في تقليل انخفاض (بفارق قليل) PV مقارنة بتجربة I. فللمحافظة على ثبات واستقرار السوائل داخل الجسم، فإن الماء ينتقل من المستوى الأقل إلى الأعلى تركيزاً للسوائل. وهذه النتيجة توافقت مع دراسة ماو وآخرين (Maw et al., 1998) فعلى الرغم من عدم ظهور فروق دالة إحصائياً في تغير PV بين الأجواء الثلاثة إلا أن الانخفاض في Intracellular fluid (ICF) and PV كان أعلى في الجو الحار (36 س). وكذلك في دراسة ستوكز وآخرين (Stocks et al., 2004) فقد كان هناك انخفاض في ICF. وهكذا فإن التعرق لفترة طويلة في جو حار، فإن الماء ينتقل بفعل نفاذيته من ICF إلى Extracellular fluid (ECF) كنتيجة لتركيز السوائل وفقدان الماء من ECF Herbert and Terry.1994;Susan, (2005). ولعلّ كل ذلك أدى إلى عدم وجود فروق دالة إحصائياً في PV بين التجارب/الطرق.

تركيز هرمون الدستيرون "Aldosterone hormone concentration"

على الرغم من أن قيمه في جميع التجارب كانت أعلى من المدى الطبيعي (111.0 – 860.0 pmo1/L) (Amid et al.2002) وهذا راجع إلى الضغط الحراري، إلا أن تركيزه في تجربة I– والذي كان قريباً من الحد الأعلى للمدى الطبيعي – كان أقل (إيجابي) (916.33) وبشكلٍ دالٍ إحصائياً مقارنة بتجربتي C and W (1389.58/1285.70) على التوالي. ولعل تفسير ذلك مرده إلى انخفاض حجم وضغط الدم BV "and BP" جراء التعرق لفترة طويلة في تجربتي C and W وفي كلتا الجرعتين بدرجة أكبر عما كان عليه في تجربة I لا سيما في الجرعة الثانية والتي تميزت بانخفاض معدل التعرق أو/و تأخير ظهوره بفعل الغمر بالماء البارد. وهذا ما وجدهُ ستوكز وآخرون (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 BV ينتج عنه انخفاض BP، الأمر الذي يؤدي بالكليتين لإفراز Renin استجابةً للتروية الكلوية المنخفضة، وفي المقابل يزداد إفراز هرمون Aldonsterone من خلال Renin-angiotensin aldosterone system (RAA)، والذي يعمل على زيادة احتباس/إعادة امتصاص الصوديوم، الكلورايد والماء ليكون تأثيره متمثلاً في تقليل فقدان الماء عبر البول (Tortora and Derrickson.2006). ولهذا السبب كان تركيزه عالياً في تلكما التجربتين. وأما انخفاض تركيزه في تجربة I عن تلك التجربتين فقد يرجع إلى دور الغمر بالماء البارد في رفع حجم وضغط الدم جراء تضيق الأوعية الجلدية. وارتفاعه عن المدى الطبيعي في تجربة I فيرجع إلى الضغط الحاد المتمثّل في الزمن الأطول والسرعة الأعلى في ظلّ الجو الحار.

كثافة البوْل "Urine specific gravity (USG)"

فعلى الرغم من أن قيمه في جميع التجارب كانت ضمن المدى الطبيعي (1.001-1.035) (Tortora and Derickson, 2006)، إلا أن كثافته في تجربة الغمر كانت أقل (إيجابية) (1.009) وبشكلٍ دالٍ إحصائياً مقارنة بتجربتي C and W (1.018/1.015) على التوالي، إضافةً إلى ارتفاع قيمه في التجارب عن Baseline، إلاّ أنها كانت أقل في تجربة I. ومن الممكن أن نعزو هذه النتيجة إلى زيادة تركيز هرمون aldosterone بشكلٍ أعلى ودال إحصائياً في تجربتي الشرب والضابطة. 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 تجربتي الشرب والضابطة أدى إلى زيادة كثافة البول في تلكما التجربتين بشكلٍ أعلى عما كان عليه في القياس الأساسي من جهة وفي تجربة الغمر من جهة ثانية. ويبدو أن لهذا السبب كان قد أشار Guyton and Hall.(2006) إلى ضرورة شربِ العصير المحتوي على البوتاسيوم بعد الجري في الجو الحار. وهذا ما وُجد في دراسة سوزان وآخرين (Susan et al., 2006) حيث كان USG أقل بعد تجربة الغمر.

زمن التحمل

فقد زاد وبشكلٍ دالٍ إحصائياً لصالح تجربة الغمر بنسبة 42.28% (43.34 دقيقة)، مقارنة بالشرب والذي زاد بنسبة 14.08% (34.75 دقيقة) ومقارنة بالضابطة (30.46 دقيقة) (شكل 6). وقد يكون ذلك نتيجة للحد من فرط الحرارة والذي أخّر من ظهور التعب وزاد من زمن التحمل/الجري بدالة إحصائياً في تجربة الغمر. وهذه النتيجة توافقت مع دراسة سوزان وآخرين (Susan et al.2006) حيث ساهم الغمر في تقليل (تحسن) زمن العدو (الجري بعكس العدو من حيث الزمن)، دراسة هيروشي وآخرين (Hiroshi et al.2005) ودراسة ساندرا ووينفريد (Sandra and Winfried.2007) واللتين تضمنتا جاكيت التبريد والذي ساعد في زيادة (تحسن) زمن التحمل. ويبدو أن الغمر بالماء البارد وما يسببه من تأثيرات إيجابية متعلقة بالحد من فرط الحرارة وتقليل الإجهاد القلبي الوعائي كان له دور أكبر في تأخير ظهور التعب وزيادة زمن التحمل، على الرغم من أن شرب الماء البار أيضاً ساهم في الحد من فرط الحرارة وزيادة زمن التحمل ولكن بدرجة إحصائية أقل. من جهةً ثانية، فإن تأخير ظهور التعرق أو/و تقليله في تجربة الغمر ربما ساهم أيضاً بدرجة عالية في ثبات حجم الدم وضغطه، الأمر الذي انعكس في دفع دمٍ كاف للعضلات العاملة والاستمرار بالجري لزمن أطول.

ما المعروف مسبقاً عن الموضوع؟	ماذا أضافت الدراسة الحالية؟
• ارتفاع Tc عامل قوي لحدوث التعب المركزي. • غمر الجزء العلوي للجسم بماء بارد يؤخّر التعب ويقلل (يحسن) زمن العدو في الجو الحار.	• الغمر أفضل من شرب الماء البارد في التحمل. • غمر الجزء السفلي للجسم بماء باؤد يؤخر التعب ويزيد (يحسن) زمن التحمل/الجري في الجو الحار.

الاستنتاجات والتوصيات

بعد عرض النتائج ومناقشتها تم التوصل/الاستنتاج إلى أن طريقة الغمر (من القدمين للحوض/الجزء السفلي للجسم) بالماء البارد (15-16 س) لمدة 12 دقيقة بعد جري 50 دقيقة بشدة متوسطة في جو حار (34-35 س) ساهمت في الحد من فرط الحرارة وزادت زمن التحمل في الجرعة الثانية بدرجة أكبر ودالة إحصائياً من طريقة شرب الماء البارد (10 س/560مل). فالغمر زاد (حسن) من زمن التحمل بنسبة 42.28% بينما الشرب كان بنسبة 14.08%. وهذا يشير إلى دور أكبر للغمر في الحد من فرط الحرارة وتحسين الأداء البدني، إضافةً إلى تأثيره الإيجابي على المتغيرات الفسيولوجية، ولو أن معدل النبض في تجربة الغمر كان أعلى إلاّ أن هذا لا يعني تأثير سلبياً، فالزمن الأطول في الجري وكذلك السرعة/ الشدة الأعلى (نظراً لازدياد السرعة 1كم/ساعة كل 5 دقائق) التي وصل إليها اللاعبون في الجرعة الثانية ساهم ذلك في ارتفاعه عن تجربتي الشرب والضابطة. وقد تكون كمية الماء في تجربة الشرب (400+160مل) غير كافية، ولكن في دراسة هيروشي واخرين فإن لتراً واحداً لم يسهم في الحد من فرط الحرارة. وبالتالي، فإن ما افترضناه حول تأثير التبريد بشقّيه الغمر والشرب في التأثير الإيجابي على متغيرات الدراسة قد توافق مع نتائج الدراسة. ولكن تأثير الغمر كان أكبر وبدلالة إحصائية.(فالنتائج في تجربة الشرب كان فيها ميلٌ أفضل مقارنة بالضابطة، لا سيما درجة حرارة الفم كانت بدلالة إحصائية).

من هنا، يوصي الباحث باستخدام لاعبي التحمل طريقةَ الغمر بالماء البارد في دورة الألعاب الأولمبية الحارة في الصين-2008 (والابتعاد عن مخاوف غمر منطقة القلب)، ومن يعاني من ارتفاعٍ سريع في درجة حرارة جسمه عند المجهود البدني في فصل الصيف 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.

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

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.

James L., Glazer. 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, Epstein, Yoram, 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.

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.

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.

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

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

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

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., Julie C., Healey, Joch P. Goss, William R. Harvard and George R. Hipp. 2006. Body cooling between two bouts of exercise in the heat enhances subsequent performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*; 20 (2): 383-389.

The Effect of Cold Water Immersion and Cold Water Intake on some Physiological Responses and Endurance Time In a Hot Environment

*Mohammad F. Abu Mohammad and Sameera M. Orabi **

ABSTRACT

The aim of the present study was to examine the effect of cold water immersion and cold water intake on some physiological responses and endurance time in a hot environment. Using a random blind-design, 6 athletes participated in 3 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/immersion trial, cold water intake/water trial or control trial. After the break, athletes performed an incremental running protocol on a treadmill until fatigue (session 2). Decreased oral temperature, aldosterone concentration, urine specific gravity and elevated heart rate were significantly lower postsession 2 in immersion trial. Oral temperature was significantly lower in water than control trial. There was no significant diference between trials in plasma volume. Endurance/running time was significantly longer in immersion trail than in the other trials ($\alpha<0.05$). In conclusion, cold water immersion increased endurance time and enhanced physiological responses. The authors recommend using cold water immersion in a hot Olympic games in 2008 in Beijing.

Keywords: Hot Environment, Cold Water Immersion, Urine Specific Gravity.

*Faculty of Physical Education, University of Jordan, Amman, Jordan. Received on 17/1/2008 and Accepted for Publication on 22/6/2008.