





# Sağlıklı Bireylerde Omuz Eklemi Fonksiyonel Dengesi Üzerine Kriyoterapinin Etkisi

## The Effect of Cryotherapy on Functional Balance of Shoulder Joint in Healthy Individuals

 Fatma ÜNVER<sup>a</sup>,  
 Meryem BÜKE<sup>a</sup>,  
 Buğra ÖNCÜ<sup>b</sup>,  
 Harun MEMİŞ<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon AD,  
Pamukkale Üniversitesi  
Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu,  
Denizli, TÜRKİYE  
<sup>b</sup>Serbest Fizyoterapist,  
Kırklareli, TÜRKİYE  
<sup>c</sup>Serbest Fizyoterapist,  
Denizli, TÜRKİYE

Received: 02.10.2018  
Received in revised form: 22.11.2018  
Accepted: 05.12.2018  
Available online: 09.01.2019

Correspondence:  
Fatma ÜNVER  
Pamukkale Üniversitesi,  
Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu,  
Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon AD, Denizli,  
TÜRKİYE/TURKEY  
funver@pau.edu.tr

**ÖZET Amaç:** Kriyoterapi, fizik tedavide akut omuz yaralanmalarında ve rehabilitasyonun bir parçası olarak sıklıkla kullanılmaktadır. Kriyoterapinin dominant omuz eklemi propriyosepsiyonu üzerine etkileri ölçülmüş olmasına karşın denge üzerine etkileri bilinmemektedir. Bu çalışmanın amacı, kriyoterapinin omuzun fonksiyonel dengesi üzerindeki etkilerini belirlemektir. **Gereç ve Yöntemler:** Bu çalışmaya gönüllü toplam 33 (11 kadın, 22 erkek) üniversite öğrencisi katıldı. Dominant üst ekstremité belirlendikten sonra kol uzunluğu için servikal 7. vertebra- 3. parmak ucu ölçüldü. Y denge test kiti kullanılarak hastaların dominant üst ekstremité için dinamik denge değerleri kaydedildi. Bu ölçümler mediyal-inferolateral-süperolateral olmak üzere üç yönde yapıldı. Toplam Y denge test skoru kaydedildi. Yirmi dk acromion üzerine buz paketi (36 cm×29 cm ebatlarında) uygulaması yapıldıktan sonra dinamik denge tekrar ölçüldü. **Bulgular:** Paired samples t-test sonuçlarına bakıldığında mediyal süperolateral toplam skorda anlamlı fark bulunmuştur. Fakat inferolateral yönde anlamlı bir fark bulunmamıştır. **Sonuç:** Kriyoterapi uygulaması dinamik denge için inferolateral yön hariç diğer yönlerde anlamlı bir fark oluşturmuştur. Kriyoterapi uygulaması omuzun dinamik denge performansını artırmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Kriyoterapi; omuz; dinamik denge

**ABSTRACT Objective:** Cryotherapy is commonly used in physicaltherapy after acute shoulder injury and as part of rehabilitation. The effects of cryotherapy on dominant shoulder proprioception have been assessed, yet the effects on balance are unknown. The purpose of this study was to determine the effects of a cryotherapy application on shoulder balance. **Material and Methods:** Totaly 33 (11 female, 22 male) volunteer university students joined this study. After determining the dominant upper extremity, from C7 to tip of the 3. finger length was measured. Using Y balance test kit, dynamic balance values of cases were recorded for dominant upper extremity. These measurements were made in three directions, including the medial-inferolateral-superolateral. Totaly Y balace test score was recorded. 20 minutes after placing the ice packs (in size 36 cm×29 cm) on acromion, values were measured again. **Results:** When looked to Paired samples t-test were significant differences such as medial superolateral totaly score. But there was no significant difference in inferolateral direction. **Conclusion:** Cryotherapy application creates a significant difference for dynamic balance in the other directions, except inferolateral direction. Cryotherapy improves the dynamic balance of shoulder.

**Keywords:** Cryotherapy; shoulder; dynamic balance

**K**riyoterapi; yumuşak doku ve çeşitli akut eklem yaralanmaları ve atletik ortamlarda, özellikle cilt ve kas sıcaklığının azaltılması için klinik uygulamada hipoksi ve ödemden kaynaklanan ikincil lezyonu kontrol etmek amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır.<sup>1,2</sup> Buz ve buzlu suya daldırmayı içeren kriyoterapi protokolleri, uygulama sonrası sporcuların ve/veya hastaların potansiyel riskleri hakkında kesin çalışmalar olmamasına rağmen, antrenörler ve fizyoterapistler tarafından ağrının giderilmesi için kullanılmaktadır.<sup>1</sup>

Kriyoterapinin tanımlanmış tedavi faydalarına rağmen, kriyoterapi tedavisinden hemen sonra aktiviteye geri dönülürse performans değişkenlerindeki düşüşler olasıdır.<sup>3</sup> Bazı anatomik alanlarda ve çalışmalarda; buz uygulamasının ardından kas gücü, dikey sıçrama yüksekliği, koşu hızı ve çeviklik ölçümlerindeki düşüşler dikkat çekmektedir.<sup>4-8</sup> Bunun yanında sıçrama performansını etkilemediğini gösteren çalışma da bulunmaktadır.<sup>9</sup>

Kriyoterapi uygulamasından sonra, propriyosepsiyon literatürde oldukça tartışılmıştır; fakat postural salınımla ilgili birkaç araştırma vardır. Cross ve ark. ile Kernozek ve ark., alt ekstremitede kriyoterapi uygulamasından sonra statik dengenin azaldığını rapor etmişlerdir.<sup>6,10</sup> Ancak, bilgisayarlı kuvvet platformu üzerindeki statik tek ayaklı duruş da dâhil olmak üzere geleneksel postural stabilite ölçümleri, alt ekstremitte yaralanması ile ilişkili postural stabilite defisitlerini saptamak için yeterince duyarlı olmayabilmektedir.<sup>11</sup> Ayrıca, pozisyonlar, dinamik postural stabilite performansına göre tahmin edilememektedir. Douglas ve ark., bu sonucu doğrulamışlardır; dinamik denge ölçümlerinin fonksiyonel görevler sırasında alt ekstremitenin taleplerini daha iyi yansıtabileceğini ve bu nedenle de statik dengeden daha uygun bir değerlendirme olabileceğini ileri sürmüşlerdir.<sup>12,13</sup> Williams ve ark., sağlıklı genç kişilerde ayağa uygulanan buz sonrasında, dinamik bir denge testi olan yıldız denge testinde ve diğer alt ekstremitte performans testlerinde bir etkilenme bulmamışlardır.<sup>14</sup>

Saha testi olarak da kullanılan ve üst ekstremitenin dinamik dengesini ölçen üst ekstremitte Y denge testi (ÜEYDT), bir sporcunun kontralateral üst ekstremitede ağırlık taşımasını korur iken, serbest el ile ulaşma yeteneğinin niceliksel analizine izin veren bir araçtır. ÜEYDT'yi gerçekleştirmek için bireyin medial, inferolateral ve süperolateral yönlerde serbest el ile ulaşması ve standart bir konuma yerleştirilmiş olan duruş elindeki ağırlığı kontrol etmesi istenmektedir. Bu testte; dar bir destek tabandan mümkün olduğu kadar uzağa ulaşarak; bireyin denge, propriyosepsiyon, kuvvet ve daha geniş hareket aralığını kullanması gerekmektedir.<sup>15</sup>

Core stabilizasyon (şınave lateral taraf bel endüransı) ölçümünde ( $r=0,38-0,45$ ) ve üst ekstremitte fonksiyonunun (kapalı kinetik zincir üst ekstremitte stabilite testi) ( $r=0,43-0,49$ ) belirlenmesi ile orta dereceli ilişki gösteren ÜEYDT, güvenilir fonksiyonel bir testtir.<sup>15,16</sup>

Literatür incelendiğinde, Torres ve ark. ile Williams ve ark., üst ekstremitede buz uygulaması sonrasında omuz propriyosepsiyonunda kayıp olduğunu bildirmişlerdir.<sup>14,17</sup> Fakat buz uygulaması sonrasında üst ekstremitte dinamik denge performansı ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmada, kriyoterapi tedavisinin dominant üst ekstremitte dengesi üzerindeki etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

## GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu çalışma, Ağustos 2016-Ekim 2016 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Pamukkale Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 60116787-020/52453 karar numarası ile etik izin alınmıştır.

Yapılan güç analizi sonucundan çalışmaya 30 kişi alındığında %95 güvenle %95 güç elde edileceği hesaplanmıştır. Olası kayıplar için katılımcı sayısı yüksek tutulmuştur. Çalışmaya, yaş aralığı 18-25 yıl olan ve çalışmaya katılmayı kabul eden kişiler dâhil edilmiştir. Çalışma için 33 (11 kadın, 22 erkek) sağlıklı katılımcı gönüllü olmuştur. Katılımcılar Pamukkale Üniversitesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü öğrencilerinden oluşmaktadır.

Katılımcıların düzenli egzersiz alışkanlığı bulunmamaktadır. Omuz zedelenmesi ya da ameliyat öyküsü olan, servikal ya da torasik omurga bozuklukları bulunan, herhangi bir nörolojik bozukluğu ya da bilinen denge/propriyoseptif defisitleri olan kişiler çalışmadan dışlanmıştır. Kriyoterapiye kontrendikasyonu olan, azalmış duyu veya azalmış kan akışı olan, Raynaud hastalığı veya herhangi bir soğuk algınlığı alerjisi olanlar da hariç tutulmuştur.

Çalışma, etik standartlara uygun olarak yapılmış ve katılımcılar tarafından çalışma başlamadan

önce Helsinki Bildirgesi'ne uygun olarak tüm prosedürler onaylanmıştır. Tüm katılımcılar yazılı bilgilendirilmiş onamalarını vermişlerdir.

## VERİ TOPLAMA ARAÇLARI

Araştırmaya başlamadan önce demografik ve klinik özellikler değerlendirme formu ile sorgulanmıştır. Değerlendirme formu kişisel bilgileri ve klinik durumları (yaş, boy, vücut ağırlığı, dominant taraf, son 6 aydaki ameliyat-sakatlık durumu) içermektedir.

**C7-3. Parmak Ucu Uzunluğu:** Katılımcı ayakta dik pozisyonda iken 7. servikal omurun spinöz çıkıntısı (C7) ve 3. parmak uç noktası, araştırmacı fizyoterapist tarafından saptanmıştır. Tespit sonrası mezurayla aradaki mesafe ölçülmüştür. Ölçüm sonucu bize, üst ekstremitte uzunluğunu vermektedir. Bu değer Y denge testinin toplam skorunu belirlemek için kullanılmıştır.<sup>18</sup>

**Üst Ekstremitte Y Denge Testi:** Fonksiyonel dinamik postural dengenin değerlendirilmesinde Y denge testi (YDT) kullanılmıştır. Çalışma için aralarında 135-135-90 derece açı olan mediyal, süperolateral ve inferolateral yönlerdeki YDT kiti kullanılmıştır.<sup>15</sup> Test kiti üzerinde test edilen el, açılarının birleşim noktasındaki düzeneğin ortasına gelecek şekilde sınav pozisyonunda iken, katılımcılardan diğer elin parmak ucu ile YDT kutusunu uzanabildiği en uzak noktaya kadar götürüp eski pozisyonuna dönmesi istenmiş ve uzanabildiği mesafe cm cinsinden ölçülmüştür. Ölçümler üç tekrarlı yapıp ortalama skorlar kaydedilmiştir. Üst ekstremitte uzunluğu ile normalize edilmiş ÜEYDT skorları hesaplanmıştır.<sup>19</sup> Ölçümler başlangıçta ve 20 dk'lık kriyoterapi uygulamasından hemen sonra aynı fizyoterapist tarafından alınmıştır.

**Kriyoterapi Tedavisi:** Çalışmamızda kriyoterapi modalitesi olarak buz paketi uygulanmıştır. Bu özel uygulama sıklıkla kullanılmakta olup, omuz için en fonksiyonel kriyoterapi türüdür.<sup>20</sup>

ÜEYDT ölçümünü tamamlayan katılımcılardan bir sandalye üzerine oturması istenmiştir. Dominant üst ekstremitede 36 cm×29 cm ebatlarındaki buz paketi acromion üzerinde ortalananmıştır. Elastik bir bandajla acromion üzerinde sabitlenen buz paketi 20 dk uygulanmıştır.<sup>2</sup> Kri-

yoterapi sırasında doku sıcaklığındaki herhangi bir değişikliği en aza indirmek için katılımcılardan gevşemesi istenmiştir.<sup>21</sup> Tüm ölçümler oda sıcaklığı sabit bir ortamda ve öğleden sonra yapılmıştır.

Çalışma sonucunda elde edilen veriler SPSS 23 istatistik paket programı ile analiz edildi. Tanımlayıcı bilgilerin ortalama, frekans dağılımları, minimum-maksimum, standart sapma, yüzde değerleri hesaplanarak verildi. Normal dağılımları incelenen verilerin ön test (buz paketi uygulanmadan) ve son test (20 dk buz paketi uygulanmasından sonra) sonuçları arasındaki farka Paired samples t-test ile bakıldı.

## BULGULAR

Çalışmaya 33 (11 kadın, 22 erkek) sağlıklı üniversite öğrencisi dâhil edildi. Katılımcıların demografik verileri Tablo 1'de görülmektedir.

ÜEYDT üst ekstremitte uzunluğu ile normalize edilmiş uzanma mesafeleri medial (p=0,001) ve süperolateral (p=0,004) yönler açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gösterdi. Ancak, inferolateral yönde istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (p=0,191) (Tablo 2).

**TABLO 1:** Katılımcıların sosyo-demografik ve klinik özellikleri.

Değişkenler	n	%
<b>Cinsiyet</b>		
Erkek	22	66,66
Kadın	11	33,33
<b>Sigara</b>		
Evet	16	48,48
Hayır	17	51,51
<b>Alkol</b>		
Evet	7	21,21
Hayır	26	78,78
<b>Değişkenler</b>	<b>Min-max</b>	<b>Mean±SS</b>
Yaş (yıl)	20-32	22,24 ± 2,01
Boy (cm)	153-190	171,36 ± 9,03
Kilo (kg)	41-109	66,36 ± 14,37
BKI (kg/m <sup>2</sup> )	17,51-31,85	22,41 ± 3,39

%; Yüzde; cm: Santimetre; kg: Kilogram; kg/m<sup>2</sup>: Kilogram/metre kare; Min: Minimum; Maks: Maksimum; SS: Standart sapma; BKI: Beden kitle indeksi.

**TABLO 2:** Kriyoterapi öncesi-sonrası Y denge testi skorlarındaki değişim.

Değişkenler	Kriyoterapi öncesi	Kriyoterapi sonrası	p
YDT skorları	Mean±SS	Mean±SS	
Medial (cm)	82,9±10,56	85,89±11,27	*0,001
İnferolateral (cm)	70,66±9,28	72,22± 8,95	0,191
Süperolateral (cm)	53,87±14,4	56,77±13,03	*0,004
Total (cm)	80,5±9,48	83,43±9,99	*0,002

cm: Santimetre, YDT: Y denge testi, Mean: Ortalama, SS: Standart sapma,

\*Paired sample t-testi, \*p<0,05.

## TARTIŞMA

Omuz eklemine uygulanan kriyoterapinin dinamik denge performansına olan kısa dönem etkilerini incelediğimiz çalışmanın sonucunda, 20 dk süreyle omuz uygulanan kriyoterapinin inferolateral yön hariç ÜEYDT skorlarını artırdığı bulunmuştur.

Literatürdeki çalışmalara bakıldığında, kriyoterapi uygulamasının tüm vücut veya lokal olarak uygulandığı gözlemlenmiştir.<sup>2,22,23</sup> Tüm vücut kriyoterapi uygulaması ile ilgili bir çalışmada fiziksel olarak aktif bireylerde kriyoterapi (3 dk boyunca -110° C sıcaklıkta sıvı azottan soğuk hava üretilmesi) ile kas yorgunluğu sonrası toparlanmaya bakılmıştır.<sup>22</sup> Başka bir çalışmada ise profesyonel futbolcularda tekrarlı sprint egzersizi sonrası tüm vücut kriyoterapinin (30 sn-60°C, 120 sn-135°C sıvı nitrojen bölmeleri) fizyolojik, performans ve algısal etkileri incelenmiştir.<sup>23</sup> Değerlendirmeler alt ekstremitede yapılmıştır. Üst ekstremitede için kriyoterapinin akut etkisinin değerlendirildiği çalışmalarda propriyosepsiyon, kas kuvveti ve atış doğruluğu incelenmiştir.<sup>2,17</sup> Bu çalışmalarının sonuçları kriyoterapinin negatif etkisini göstermektedir. Wassinger ve ark. 22 sağlıklı üniversite öğrencisi ile yaptıkları çalışmada, 20 dk kriyoterapi (buz paketi) uygulanması sonucu omuz propriyosepsiyonunun ve atış doğruluğunun azaldığını belirtmişlerdir.<sup>2</sup> Bu azalmanın sebebi olarak, kas gruplarının refleksif aktivasyonunu göstermişlerdir ve kriyoterapiden en çok etkilenen doku deltoid kası olduğundan bulgular negatiftir. Torres ve ark. 48 sağlıklı kadında yaptıkları çalışmalarında, 15 dk buz paketi uygulanması sonucu omuz propriyosepsiyonunun ve kas kuvvetinin azaldığını bul-

muşlardır.<sup>17</sup> Propriyosepsiyondaki azalmayı kriyoterapi ile kas içiciklerinin duyarlılığının azalmasına bağlamışlardır. Dokuların viskoelastisitesinin kriyoterapi ile değiştirilebilmesi, kas içiciklerinin aktivasyonunda azalmaya neden olmakta ve sonuç olarak kas kuvvet üretimi de azalmaktadır. Üst ekstremitede kriyoterapi uygulaması sonrasında denge performansını araştıran bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Lokal olarak uygulanan kriyoterapinin dengeye etkisini araştıran az sayıdaki çalışmada, alt ekstremitede ayak/ayak bileği ve dize kriyoterapi uygulamaları yapılmıştır.<sup>1,12,14,24</sup> Alt ekstremitede statik denge ve dinamik dengeye olan akut etkiler incelenmiştir. Lins ve ark., dize uygulanan kriyoterapinin statik dengeyi etkilemediğini belirtmişlerdir.<sup>1</sup> Bu çalışmanın aksine Surenkok ve ark., kriyoterapinin periferik reseptörlerin duyuşal uyarınları etkilediğini ve böylece statik dengeyi değiştirdiği sonucuna varmışlardır. On beş basketbol oyuncusunun dizinde kriyoterapi uygulamalarını (soğuk paket/soğuk sprey) kullandıkları çalışmalarında, eklem pozisyon hissi eksikliğinin ve postural kontrolün kriyoterapi ile olumsuz etkilendiğini belirtmişlerdir.<sup>24</sup>

Dinamik dengedeki lokal kriyoterapi uygulamalarında da sonuçlar çelişkilidir. Williams ve ark., dinamik denge sonuçlarının eklem ve kas dokusunun kriyoterapiye farklı yanıt vermesi nedeni ile sonuçların farklılık gösterebildiğini belirtmişlerdir.<sup>14</sup> Çalışmalarında, buz paketi 20 dk uygulanmış ve dinamik denge için yıldız denge testi kullanılmıştır. Ancak, ayak bileği dinamik denge skorlarında anlamlı artış elde edilmemiştir. Douglas ve ark. ise dominant alt ekstremitayı kullanarak gerçekleştirdikleri çalışmalarında, kriyoterapi uygulaması için içi buz dolu bir su kovasında ayak ve ayak bileğini 15 dk bekletmiş ve dinamik denge ölçümlerinde mediolateral bileşende istatistiksel olarak anlamlı bir artış saptamışlardır.<sup>12</sup> Bu artışı peroneal kasların rolüne bağlamışlardır. Çalışmamızda, kriyoterapi öncesi ÜEYDT için süperolateral yönde daha düşük skorlar (53,87±14,4) elde edilse de kriyoterapi sonrası bu yönde anlamlı artış bulunmuştur

(56,77±13,03; p=0,004). İnfèrolateral yönde ise anlamlı artış elde edilmemiştir.

Lokalize kriyoterapinin çevredeki kas aktivitesini artırdığı ve ilgili eklem hakkında daha fazla kuvvet üretimine izin verdiği bildirilmiştir.<sup>25</sup> Çalışmamızda, katılımcıların buz uygulaması sonrası ÜEYDT için daha yüksek skorlar elde etmesinin çevredeki kas aktivitesinin artışına bağlı olduğu düşünülmektedir. Lee ve ark.nın çalışmasında, YDT ile izometrik kuvvet ölçümleri arasında pozitif ilişki bulmuştur.<sup>26</sup> ÜEYDT ölçümü için üzerinde durulan (dominant) alt ekstremitenin izometrik kuvvetine de gereksinim duyulmaktadır. Çalışmamızda, kriyoterapi sonrası dinamik denge bu yüzden artmış olabilmektedir.

Çalışmamız, kriyoterapinin üst ekstremitte dinamik dengesine etkisini inceleyen ilk çalışmadır. Güç analizinin yapılmış olması, uygulamalar sırasında ortam sıcaklığının değişmemesi ve ölçümlerin aynı kişiler tarafından gerçekleştirilmesi çalışmamızın güçlü yanlarıdır. Çalışmamızın limitasyonu, dinamik dengenin komponenti olan kuvvet ve omuz esnekliğinin değerlendirilmemesidir.

Kriyoterapinin çelişkili sonuçlarına rağmen; antrenörler, fizyoterapistler ve sporcular fiziksel performanstan önce, sırasında ve sonrasında kriyoterapiyi sıklıkla kullanmaktadırlar. Bu konuda net şeyler söyleyebilmek için baş üstü spor yapan sporcularda, farklı performans testleri eklenerek

daha çok çalışmaya ihtiyaç olduğu görülmektedir.

## SONUÇ

Çalışmamızda, kriyoterapinin üst ekstremitte dinamik dengesini olumsuz etkilemediği, hatta iki yönde (mediyal-süperolateral) artırdığı belirtilerek, performans öncesi güvenli bir şekilde kullanılabilirliği gösterilmiştir.

### Finansal Kaynak

*Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.*

### Çıkar Çatışması

*Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.*

### Yazar Katkıları

**Fikir/Kavram:** Fatma Ünver; **Tasarım:** Fatma Ünver; **Denetleme/Danışmanlık:** Meryem Büke; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** Harun Memiş; **Analiz ve/veya Yorum:** Meryem Büke; **Kaynak Taraması:** Buğra Öncü; **Makalenin Yazımı:** Fatma Ünver, Meryem Büke; **Eleştirel İnceleme:** Fatma Ünver, Meryem Büke.

## KAYNAKLAR

- de Almeida Lins CA, Macedo LB, Silveira RAG, Borges DT, Brasileiro JS. Influence of cryotherapy on balance and joint position sense in healthy subjects: randomized clinical trial. *Man Ther Posturology Rehabil J.* 2015;13:276. [Crossref]
- Wassinger CA, Myers JB, Gatti JM, Conley KM, Lephart SM. Proprioception and throwing accuracy in the dominant shoulder after cryotherapy. *J Athl Train.* 2007;42(1): 84-9. [PubMed] [PMC]
- Bleakley CM, Costello JT, Glasgow PD. Should athletes return to sport after applying ice? A systematic review of the effect of local cooling on functional performance. *Sport Med.* 2012;42(1):69-87. [Crossref] [PubMed]
- Ruiz DH, Myrer JW, Durrant E, Fellingham GW. Cryotherapy and sequential exercise bouts following cryotherapy on concentric and eccentric strength in the quadriceps. *J Athl Train.* 1993;28(4):320-3. [PubMed] [PMC]
- Richendollar ML, Darby LA, Brown TM. Ice bag application, active warm-up, and 3 measures of maximal functional performance. *J Athl Train.* 2006;41(4):364-70. [PubMed] [PMC]
- Cross KM, Wilson RW, Perrin DH. Functional performance following an ice immersion to the lower extremity. *J Athl Train.* 1996;31(2):113-6. [PubMed] [PMC]
- Bergh U, Ekblom B. Influence of muscle temperature on maximal muscle strength and power output in human skeletal muscles. *Acta Physiol Scand.* 1979;107(1): 33-7. [Crossref] [PubMed]
- Pereira LG, Pereira R, Neto OP, Magini M. The short and long term effects of tibialis anterior local cooling on dorsiflexion force. *J Hum Kinet.* 2010;26(1):65-71. [Crossref]
- Sharma G, Noohu MM. Effect of ice massage on lower extremity functional performance and weight discrimination ability in collegiate footballers. *Asian J Sports Med.* 2014;5(3): e23184. [Crossref] [PubMed] [PMC]

10. Kernozek TW, Greany JF, Anderson DR, Van Heel D, Youngdahl RL, Benesh BG, et al. The effect of immersion cryotherapy on medial-lateral postural sway variability in individuals with a lateral ankle sprain. *Physiother Res Int.* 2008;13(2):107-18. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
11. McKeon PO, Hertel J. Systematic review of postural control and lateral ankle instability, part I: can deficits be detected with instrumented testing. *J Athl Train.* 2008;43(3):293-304. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
12. Douglas M, Bivens S, Pesterfield J, Clemson N, Castle W, Sole G, et al. Immediate effects of cryotherapy on static and dynamic balance. *Int J Sport Phys Ther.* 2013;8(1):9-14. [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
13. Fullam K, Caulfield B, Coughlan GF, McGroarty M, Delahunt E. Dynamic postural-stability deficits after cryotherapy to the ankle joint. *J Athl Train.* 2015;50(9):893-904. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
14. Williams EE, Miller SJ 3rd, Sebastianelli WJ, Vairo GL. Comparative immediate functional outcomes among cryotherapeutic interventions at the ankle. *Int J Sport Phys Ther.* 2013;8(6):828-37. [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
15. Gorman PP, Butler RJ, Plisky PJ, Kiesel KB. Upper quarter y balance test: reliability and performance comparison between genders in active adults. *J Strength Cond Res.* 2012;26(11):3043-8. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
16. Westrick RB, Miller JM, Carow SD, Gerber JP. Exploration of the ybalance test for assessment of upper quarter closed kinetic chain performance. *Int J Sport Phys Ther.* 2012;7(2):139-47. [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
17. Torres R, Silva F, Pedrosa V, Ferreira J, Lopes A. The acute effect of cryotherapy on muscle strength and shoulder proprioception. *J Sport Rehabil.* 2017;26(6):497-506. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
18. Cramer J, Quintero M, Rhinehart A, Rutherford C, Nasypany A, May J, et al. Exploration of score agreement on a modified upper quarter Y-balance test kit as compared to the upper quarter Y-balance test. *Int J Sports Phys Ther.* 2017;12(1):117-24. [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
19. Borms D, Maenhout A, Cools AM. Upper quadrant field tests and isokinetic upper limb strength in overhead athletes. *J Athl Train.* 2016;51(10):789-96. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
20. Starkey C. *Therapeutic Modalities for Athletic Trainers.* 1<sup>st</sup> ed. Philadelphia, PA: FA Davis; 1993. p.313.
21. Belitsky RB, Odam SJ, Hubley-Kozey C. Evaluation of the effectiveness of wet ice, dry ice, and cryogenic packs in reducing skin temperature. *Phys Ther.* 1987;67(7):1080-4. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
22. Abaïdia AE, Lamblin J, Delecroix B, Leduc C, McCall A, Nédélec M, et al. Recovery from exercise-induced muscle damage: cold-water immersion versus whole-body cryotherapy. *Int J Sport Physiol Perform.* 2017;12(3):402-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
23. Russell M, Birch J, Love T, Cook CJ, Bracken RM, Taylor T, et al. The effects of a single whole-body cryotherapy exposure on physiological, performance, and perceptual responses of professional academy soccer players following repeated sprint exercise. *J Strength Cond Res.* 2017;31(2):415-21. [[PubMed](#)]
24. Surenkok O, Aytaç A, Tüzün EH, Akman MN. Cryotherapy impairs knee joint position sense and balance. *Isokinet Exerc Sci.* 2008;16(1):69-73. [[Crossref](#)]
25. Hopkins JT, Hunter I, McLoda T. Effects of ankle joint cooling on peroneal short latency response. *J Sport Sci Med.* 2006;5(2):333-9. [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
26. Lee DK, Kang MH, Lee TS, Oh JS. Relationships among the Y balance test, Berg Balance Scale, and lower limb strength in middle-aged and older females. *Braz J Phys Ther.* 2015;19(3):227-34. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]