

# Koroner Arter Bypass Greftleme Sonrası Yoğun Bakımda Uygulanabilecek Güvenli Alt Ekstremitte Egzersiz Modelleri: Bisiklet Ergometresi ve Tüm Vücut Titreşimi

## Safe Lower-extremity Exercise Models That Could Be Implemented In Intensive Care Units Following Coronary Artery Bypass Grafting: Cycle Ergometer and Whole- Body Vibration

**Dinçer CÜRE**<sup>1</sup> A,B,C,D,E,F,G 

<sup>1</sup>Aydın Adnan Menderes Üniversitesi – Nazilli Sağlık Hizmetleri MYO, Aydın, Türkiye

### ÖZ

Koroner arter bypass greftleme, koroner arter rahatsızlıklarında sıklıkla kullanılan cerrahi bir yöntemdir. Bu yöntemin uygulanma sıklığı da gün geçtikçe artmakta ve bu da bu operasyonu geçirmiş hasta sayısının artmasına ve böylece bu hastalarda, operasyon sonrası fonksiyonel ve solunumsal değerlerde ani düşümlere yol açmaktadır. Koroner arter bypass greftleme operasyonu sonrasında hastaların yoğun bakım süreçlerinin başlamasıyla birlikte, eğer hastalar mobilize edilmezlerse, bir immobilizasyon süreci başlar ve bu da hastalarda yoğun bakım kaynaklı kas zayıflıklarına, solunumsal ve fonksiyonel problemlere yol açabilir. Bu komplikasyonların üstesinden gelebilmek için, özellikle uyutulan ve/veya mekanik ventilatöre bağlı olan hastaların, yoğun bakımdayken erken mobilizasyona katılımlarını sağlamak için Koroner arter bypass greftleme operasyonu sonrası güvenle uygulanabilecek egzersiz modellerine ihtiyaç vardır. Hem bisiklet ergometresinin, hem de tüm vücut titreşim cihazlarının pasif egzersiz modlarının olduğu ve Koroner arter bypass greftleme operasyonundan sonra sternal önlemlerden dolayı hastaların üst ekstremitelerine getirilen kısıtlamalara uymaları gerektiği düşünüldüğünde, sadece alt ekstremiteleri çalıştırma olanağı veren bu iki egzersiz modelinin yoğun bakım hastalarına olan etkilerini araştırılması gereklilik haline gelmiştir. Bu derleme, BE ve TVT egzersiz modellerinin, KABG sonrasındaki yoğun bakım sürecinde erken mobilizasyona destek olma, katılımı artırma, immobilizasyona bağlı olarak gelişen çeşitli fiziksel ve fizyolojik komplikasyonların önüne geçmede faydalı olabileceği sonucuna varmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Koroner Arter Bypass Greftleme, Bisiklet Ergometresi, Tüm Vücut Titreşimi, Yoğun Bakım, Alt Ekstremitte.

### ABSTRACT

Coronary artery bypass grafting is a surgical method used to treat coronary artery diseases. The frequency of administering this method is increasing every day and this leads to an increase in the number of patients who have undergone this operation, thus more patients experience sudden decreases in postoperative functional and respiratory values in those patients. After the start of the intensive care part of the patients' treatment plan following the coronary artery bypass grafting operation, an immobilization period begins if the patients are not mobilized, and this may lead to an intensive care unit acquired muscle weaknesses, respiratory and functional problems. In order to overcome these complications, it is clear that exercise models that can be safely implemented after the coronary artery bypass grafting operation are needed to promote early mobilization of patients who are sedated and/or mechanically ventilated during their intensive care unit stays. Considering that both the cycle ergometer and the whole body vibration devices have passive exercise modes and that patients must comply with the restrictions imposed on their upper extremities due to sternal precautions following the coronary artery bypass grafting operation, it has become a necessity to investigate the effects of these two exercise models that allow only the lower extremities to work in

**Sorumlu Yazar:** Dinçer CÜRE

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi – Nazilli Sağlık Hizmetleri MYO, Aydın, Türkiye  
cured26@gmail.com

Geliş Tarihi: 17.09.2020 – Kabul Tarihi: 22.12.2020

Yazar Katkıları: A) Fikir/Kavram, B) Tasarım, C) Veri Toplama ve/veya İşleme, D) Analiz ve/veya Yorum, E) Literatür Taraması, F) Makale Yazımı, G) Eleştirel İnceleme

intensive care unit patients. This review concluded that BE and TVT exercise models may be useful in promoting early mobilization, increasing participation, and preventing various physical and physiological complications associated with immobilization during their stay in the intensive care units following CABG.

**Key Words:** Coronary Artery Bypass Grafting, Cycle Ergometer, Whole-body Vibration, Intensive Care, Lower Extremity.

## 1. GİRİŞ

Koroner arter baypas greftleme (KABG), koroner arter hastalığının tedavisi için yaygın olarak uygulanan bir terapötik yöntemdir (1). KABG cerrahisi, tıbbi tedavi veya perkütan müdahaleler için uygun olmayan ve koroner arter hastalığı (KAH) olan hastalar için güvenilir bir tedavi seçeneği olarak bilinmektedir (2). Amerika Birleşik Devlet'lerinde her yıl yaklaşık olarak 500,000 KABG ameliyatı yapılırken, ülkemizde bu sayı 50,000 civarındadır (3,4). Dolayısıyla, ilerleyen yıllarda KABG ameliyatı geçirmiş çok geniş bir grupla karşılaşmak kaçınılmaz olacaktır. Kardiyopulmoner bypass esnasında kalbe erişmek için yapılan sternotomi prosedürü ve sonrasında verilen yatak istirahati, hastalarda kardiyak otonomik disfonksiyonlara neden olabilmektedir (5,6). KABG prosedürü sonrasında hastaların yaşam bulgularının daha iyi monitörize edilebilmesinden dolayı, hastalar için bir yoğun bakım süreci başlar. YBÜ'lerde uzun süre kalan hastalarda "yoğun bakım ünitesi ilişkili kas güçsüzlüğü (YBÜ-KG)" adı verilen komplikasyonun görülme olasılığı artmaktadır (7). Uzun vadede, YBÜ-KG'nin hastaların yaşam kaliteleri üzerindeki etkileri daha belirgin bir hale gelmiş ve bu konuyla ilgili daha çok bilimsel çalışmalar yapılmaya başlanmıştır (8,9). Yoğun bakım sürecinde edinilen bu komplikasyonları en aza indirebilmek için erken mobilizasyon (EM) kavramı son yıllarda popüler bir araştırma konusu olmuştur (10). Genel olarak EM, geleneksel fizyoterapi tekniklerinin normalden daha erken uygulanması olarak ta tanımlanabilir (11). YBÜ'lerde kullanılan geleneksel fizyoterapi teknikleri arasında da aktif ve pasif egzersizler, ambulasyon (yürüme) eğitimi ve elektriksel kas stimülasyon uygulamaları yer almaktadır (11,12). Bein ve ark. ise EMu, YBÜ'de ilk 72 saatte gerçekleştirilen mobilizasyon olarak tanımlamıştır (13).

Schweickert ve ark. (2009), üç farklı YBÜ'de, 72 saatten az olmak üzere mekanik ventilatöre bağlı olan toplamda 104 yoğun bakım hastası üzerinde EM'nin (fizyoterapi ve ergoterapi) etkilerini incelemişlerdir. Erken mobilize olan grupta, sadece uyutulan gruba göre taburcu günlerinde daha iyi fonksiyonel sonuçlar, daha kısa mekanik ventilatöre bağlanma ve daha kısa deliryum süreleri görülmüştür (14). Klein ve ark. (2015) yaptığı çalışmada, yoğun bakımda erken mobilizasyon (EM) alan ve almayan (EMA) iki grup karşılaştırılmıştır. EM alan grubun fonksiyonel durumlarında belirgin artışlar görülmüştür (15). EMA grubunun %21.2'si yataktan ayağa kalkıp sandalyeye oturabiliyorken, EM grubunun %42.7'si bu görevi yoğun bakım sürecinde gerçekleştirmişlerdir. Bu kazanımlara ilave olarak, EM grubu, EMA grubuna göre daha az yardımcı alet kullanmış ve YBÜ'den %45 daha kısa sürede çıkmıştır.

EM'nin önündeki en büyük engelin, derin sedasyon seviyeleri ve mekanik ventilatör kullanımı olduğu görülmektedir. Özellikle bir çalışmada yazarlar, YBÜ'deki hastaların derin sedasyon düzeylerinin ve ventilatöre bağlı olmalarının EM programlarına katılımını düşürdüğünü bildirmişlerdir (16). YBÜ'de tecrübeli bir fizyoterapistin bulunmasına rağmen, toplam planlanan erken mobilizasyon (EM) seanslarının %84'ünde EM'nin sağlanamadığı bildirilmiştir. Bu kadar düşük katılımın ana nedeni, araştırmacıların bu hastalarda aktif bir egzersiz modeli (ayakta mobilizasyon) uygulamak istemeleri olmuştur. Halbuki, pasif egzersiz programları dizayn edilip uygulanmış olsaydı, mekanik ventilatöre bağlı ve derin sedasyonda

olan hastalarda da EM uygulanabilir ve katılım artırılabilir. Nitekim, mekanik ventilatöre bağlı hastalarda EM'nin uygun ve güvenli olduğu yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (17-19). Ayrıca, hastaların endotrakeal tübe bağlı olmalarının, yatak içi ve yatak dışı egzersiz yapmalarında kontrendike bir durum olarak görülmemesi gerektiği uzmanlar tarafından vurgulanmıştır (20). Bununla birlikte, KABG ameliyatı geçirmiş hastalarda, sternotomi prosedüründen dolayı, üst ekstremitte hareketleri sternal önlemler adı altında sınırlandırılmıştır (Tablo 1.) Sternal önlemler ile birlikte kas-iskelet sistemi kaynaklı komplikasyonların önüne geçmek amaçlandırılmıştır (21,22). Bu kısıtlamaların süresi, hekimden hekime farklılıklar göstermekle birlikte, 6 ila 12 hafta arasında uygulanması önerilmektedir (21,22). Kalp-damar sağlığı ekibi tarafından KABG sonrası hastalara sözel ve yazılı olarak verilen sternal önlemler Tablo 1.'de listelenmiştir (23).

**Tablo 1.** KABG Sonrası Hastaların Uyuması İstenen Sternal Önlemler (21,22)



Tüm bu bilgiler ışığında, KABG prosedüründen hemen sonraki yoğun bakım sürecinde, hastaları daha sağlıklı ve güvenli bir şekilde EM programına dahil etmenin ve bunu yaparken de üst ekstremitte kullanımını sternal önlemlerden dolayı en aza indirmenin bir gereksinim haline geldiği görülmektedir. Geçmişte yapılan çalışmalarda, YBÜ'lerde uygulanabilirliği ve hasta güvenliği açısından desteklenmiş, iki farklı alt ekstremitte egzersiz metodu üzerinde durulmuştur: Bisiklet ergometresi ve tüm vücut titreşimi (1,24-27).

Bu doğrultuda, bu derlemenin amacı, KABG sonrasındaki yoğun bakım sürecinde EM'ye destek olmak ve katılımı artırmak için uygulanabilecek bisiklet ergometresi ve tüm vücut titreşimi alt ekstremitte egzersiz modellerinin, hastalar açısından uygunluğunu ve güvenliğini araştırmaktır.

### **Yoğun Bakım Ünitelerinde Tedavi Gören Hastaları Mobilize Etmede Ortaya Çıkan Engellerin Geçerliliği**

YBÜ'lerde mekanik ventilatöre bağlı hastaları mobilize etmenin güvenli oluşu her ne kadar yapılan çalışmalarla desteklense de (17,28-30), Olkowski ve ark., entübasyon durumu ve derin sedasyon seviyelerinden dolayı, hastaların büyük çoğunluğunun EM programlarına katılamadıkları bildirilmiştir (31). Bazı çalışmalar ise, hastaların mekanik ventilatöre bağlı olmalarını kontrendike bir durum olarak görmüşlerdir (32,33). Ancak bu çalışmaların aksine, EM'nin deneyimli uzmanlar tarafından gerçekleştirildiği müddetçe, hastaların ventilatör/entübasyon durumlarının yoğun bakımda mobilize edilmelerinde herhangi bir engel teşkil etmediği diğer araştırmalarda bildirilmiştir (17,34). Çözüm olarak, engel gibi görünen sedasyon dozu, ilgili hekim tarafından azaltılabilir ve hastanın programa katılımı sağlanabilir.

Bununla birlikte, YBÜ'lerin EM protokolleri belirlemeleri ve bunları uygulayabilecek fizyoterapist gibi sağlık çalışanlarını desteklemeleri gerekebilir.

### **Bisiklet Ergometresi (BE)**

Bisiklet ergometresi (BE), yoğun bakım hastaları için tasarlanmış yapısı sayesinde, yoğun bakımda kolayca kullanılabilir. Bu cihazların en iyi özelliği, egzersizleri aktif, aktif-asistif ve pasif olarak yaptırabilmesidir. Pasif egzersiz yaptırabilme özelliği sayesinde, derin sedasyonda olan yoğun bakım hastalarında kolaylıkla kullanılabilen bir cihazdır. Burtin ve ark. (2009) yaptığı bir çalışmada, 20 dakikalık aktif ve pasif olarak uygulanan BE'nin mekanik ventilatöre bağlı hastaların kuadriseps kas gücünü ve 6 dakikalık yürüme test mesafesini geliştirdiği görülmüştür (35). İlave olarak, toplamda uygulanan 425 seansın hiçbirinde, hastalar üzerinde herhangi bir yan etkiye rastlanmamıştır. BE üzerine yapılan bir başka çalışmada (24), seansların %80'nin hastalar mekanik ventilatöre bağlı iken yapıldığı düşünüldüğünde, bu egzersiz modelinin hastalar üzerinde kolayca uygulanabilirliği görülmektedir. Diğer bir çalışmada ise, pasif BE egzersizlerinin, derin sedasyonda olan, bilinci kapalı hastalar üzerindeki etkileri incelenmiş ve bisiklet ergometresi kullanımının protein katabolizma oranlarını düşürdüğü gözlemlenmiştir (25). BE'nin, yoğun bakım hastalarındaki hemodinamik, solunum ve metabolik oranları üzerindeki etkileri incelenmiş ve BE'nin bu değerler üzerinde anlamlı değişikliğe sebep olmadığı bildirilmiştir (26). BE üzerinde yapılan bu araştırmalar gösteriyor ki, BE yoğun bakım hastalarının fonksiyonel gelişimleri açısından uygun ve güvenli bir egzersiz modeli olabilir.

### **Tüm Vücut Titreşimi (TVT)**

Tüm vücut titreşimi son yıllarda araştırmacılar tarafından popüler bir araştırma konusu haline gelmiştir. BE'ye benzer şekilde, kasları hem aktif hem de pasif olarak çalıştırma özelliği sayesinde, son zamanlarda yoğun bakım hastaları üzerindeki etkileri denenmeye başlanmıştır (27,36,37). TVT egzersiz programı iyi bir şekilde tasarlandığında, kas gücünü koruduğu, kemik yoğunluğunu ve glikoz metabolizmasını artırdığı yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (37,38). Ayrıca, kasları pasif olarak çalıştırabilmesi sayesinde de TVT, uyutulan ve aktif olarak EM seanslarına katılmayan hastalarda güvenli bir egzersiz seçeneği gibi görünmektedir (27). Nitekim, yapılan bir çalışmada, TVT'nin hasta açısından güvenli ve uygun bir egzersiz olup olmadığı araştırılmış ve uygulama parametreleri geliştirilmiştir (27). Bu parametrelere göre, hastalara önce fizyoterapist tarafından 6 dakikalık bir ısınma uygulanır. Sonrasında, hastanın diz ve kalça eklemleri yaklaşık olarak 20 derece fleksiyona getirilir, hastanın ayaklarının altına titreşim plakaları yerleştirilir ve yatağın sonuna (ayak kısmına) yeterince baskı yapıldığından emin olunur. Araştırmacılar seansları 15 dakika olarak belirlemişlerdir. Sonuç olarak, TVT modelinin fizyoterapistler tarafından kolaylıkla uygulanabildiği, seanslar esnasında hiçbir yan etkinin gözlemlenmediği ve hastalar açısından güvenli ve uygun olduğu bildirilmiştir (27). İlave olarak, COVID 19 pandemisinin yaşandığı bu dönemde, TVT'nin yoğun bakımdaki COVID 19 hastaları üzerindeki etkisinin araştırıldığı bir çalışmada da, nefes darlığı ya da oksijen saturasyon seviyelerinde bir değişmeye neden olmadığı bildirilmiş, bu egzersiz metodunun COVID 19 hastaları tarafından tolere edilebildiği belirtilmiştir (36).

## Bisiklet Ergometresi ve Tüm Vücut Titreşimi Egzersiz Modellerinde Kontrendikasyonlar

Mevcut literatürde, BE ve TVT'nin yoğun bakım hastaları üzerindeki etkileri yadsınamaz seviyededir. Ancak, bu egzersiz modellerini uygularken, hasta sağlığı açısından kontrendike durumların belirlenmesi çok büyük önem arz etmektedir. Tablo 2.'de, mevcut literatüre göre belirlenen (1,25,39), bu iki egzersiz modeline karşı kontrendike durumlar listelenmiştir. Kontrendikasyonlar incelenirken, yine de hastanın o anki tıbbi durumuna göre hekimle birlikte karar vermek ve bazı kontrendike gibi görünen durumları göreceli kontrendike olarak düşünmek bazı hastaların programa başlayıp başlamama konusunda yol gösterici olabilir.

**Tablo 2.** Bisiklet Ergometresi ve Tüm Vücut Titreşimi Uygulamaları Açısından Kontrendike Durumlar (1,25,39)

Bisiklet Ergometresi (BE)	Tüm Vücut Titreşimi (TVT)
<ul style="list-style-type: none"><li>• Alt ekstremitte instabilite sorunları</li><li>• Alt ekstremitte kırıkları</li><li>• Derin ven trombozu</li><li>• İnvasif femoral cihazı</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kırıklar ve kemik lezyonları</li><li>• Yüksek tromboembolizm riski</li><li>• Diz ve kalça protezi</li><li>• Angina pectoris</li><li>• Bel ağrısı</li><li>• Travma</li><li>• Kalp pili</li><li>• Epilepsi</li></ul>

## Tartışma ve Öneriler

Bu derlemenin ana amacı, KABG sonrasındaki yoğun bakım sürecinde, BE ve TVT alt ekstremitte egzersiz modellerinin, hastalar açısından uygunluğunu ve güvenliğini araştırmaktır. Her iki egzersiz modelinin yoğun bakım hastaları üzerindeki etkilerini araştıran çeşitli bilimsel araştırmalar mevcutken, BE'nin spesifik olarak KABG hastaları üzerindeki etkilerini araştıran literatürde sadece bir araştırma bulunmuş (1) ve TVT konusunda literatür taramasında herhangi bir araştırmaya rastlanmamıştır. Borges ve ark. (1) yaptıkları çalışmada, KABG sonrası erkenden uygulanan BE egzersiz modelini, akciğer fonksiyonları, solunum kas kuvveti ve fonksiyonel kapasite üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Toplamda 34 denek çalışmaya dahil edilmiş ve bunlar randomize edilerek 19 kişi fizyoterapi grubuna (FG) ve 15 kişi de bisiklet ergometresi (BEG) grubuna alınmıştır. Her iki gruba da aynı fizyoterapi programı uygulanmış, ancak BEG grubuna ilave olarak BE programı uygulandı. Araştırma sonuçlarına göre, hastalar fonksiyonel kapasitelerini korumuşlardır, ancak solunum kas kuvvetinde ve akciğer fonksiyonlarında olumlu bir etki görülmediği gibi, bu değerlerde ciddi düşüşler yaşamışlardır. Bunun nedeni araştırmacıların belirledikleri metodolojilerinde ciddi bir hata yaptıklarından kaynaklanmaktadır. Araştırmacılar, bu değerler için bir başlangıç noktası (baseline) oluştururken, ameliyat öncesi değerleri bir başlangıç noktası olarak belirlemişlerdir. Halbuki, uygulama öncesi ve sonrasının adil bir şekilde karşılaştırılması için ameliyattan hemen sonrasının başlangıç noktası olarak belirlenmesi gerekirdi, çünkü böylesine büyük bir operasyondan sonra solunum ve fonksiyonel değerlerin düşmesi kaçınılmaz bir durumdur (40).

Genel olarak diğer iyi tasarlanan araştırmalarda, BE ve TVT egzersiz modellerinin yoğun bakım hastaları üzerindeki olumlu etkileri inkar edilemez boyutlardadır. Bu çalışmalarını örnek alarak, KABG sonrası derin sedasyondan dolayı aktif egzersize katılamayan ya da ayağa

kalkmasının kontrendike bir durum teşkil ettiği durumlarda, bu her iki egzersiz modelinin pasif modundan yararlanılabilir, hastalardaki kas atrofisinin ve immobilizasyona bağlı gelişen komplikasyonların önüne böylelikle geçilebilir. Nitekim, bu konu üzerinde yapılan tüm çalışmalar, BE ve TVT'nin yoğun bakım hastalarının sağlığı açısından herhangi bir sorun teşkil etmediği sonucuna varmışlardır (1,24-27,36). Elbette ki, bunları yaparken de kesin ve göreceli kontrendikasyonları hekim ile birlikte gözönünde bulundurup, tedaviye başlanıp başlanılmaması konusunda ortak bir karar alınmalıdır. Bununla birlikte, güncel literatürde KABG sonrası uygulanabilecek güvenli egzersiz modelleri üzerinde yapılan herhangi bir çalışma yoktur. Bu nedenle, BE ve TVT egzersiz modellerinin, KABG operasyonu geçirmiş hastalar üzerinde uygulanması gerekmekte, etki ve güvenilirlikleri objektif olarak değerlendirilmelidir.

## 2. SONUÇ

Bu derleme, BE ve TVT egzersiz modellerinin, KABG sonrasındaki yoğun bakım sürecinde EM'ye destek olma, katılımı artırma, immobilizasyona bağlı olarak gelişen çeşitli fiziksel ve fizyolojik komplikasyonların önüne geçmede faydalı olabileceği sonucuna varmaktadır. BE ve TVT'nin klinik ortamda pasif mod özellikleri sayesinde uyutulan hastalarda bile kolayca uygulanabilmeleri her iki egzersiz modelini de geleneksel fizyoterapi tekniklerine göre daha etkili kılabilmektedir. Tek tek ele alındığında, çalışma mekanizması içerisinde kalça, diz ve ayak bileği eklem hareketlerinin yer alması, BE'yi, bu bölgelere sadece titreşim sağlayan TVT'ye göre bir adım öne taşıdığı söylenebilir. Özetle, bu aletlerin çoğu yoğun bakım hastalarında kullanımının uygun ve güvenli oldukları görülmektedir, ancak yine de interdisipliner bir yaklaşım içerisinde olup sağlık ekibi olarak kesin ve göreceli kontrendikasyonlar belirlenmeli ve hatta kişiye özel olarak bu kararlar alınmalıdır.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar arasında çıkar çatışması yoktur.

## KAYNAKLAR

1. Borges, D. L., Silva, M. G., Silva, L. N., Fortes, J. V., Costa, E. T., Assunção, R. P., et al. (2016). Effects of aerobic exercise applied early after coronary artery bypass grafting on pulmonary function, respiratory muscle strength, and functional capacity: a randomized controlled trial. *Journal of Physical Activity*, 13(9), 946-951.
2. Patel, M., Dehmer, G., Hirshfeld, J., Smith, P., & Spertus, J. (2012). Appropriate use criteria for coronary revascularization focused update: a report of the American College of Cardiology Foundation *J Am Coll Cardiology*, 59(857), 81.
3. Radadia, N., & Patel, V. (2019). Post-Coronary Artery Bypass Graft Surgery and Associated Rehabilitation. *J Critical Reviews™ in Physical Rehabilitation Medicine*, 31(3).

4. Kervan, Ü., Koç, O., Özatik, M. A., Bayraktar, G., Şener, E., Çağlı, K., et al. (2011). Türkiye'deki kalp damar cerrahisi kliniklerinin dağılımı ve hizmetlerinin niteliği. *Türk Göğüs Kalp Damar Cerrahisi Dergisi*, 19(4), 483-489.
5. Murphy, D. A., & Armour, J. A. (1992). Influences of cardiopulmonary bypass, temperature, cardioplegia, and topical hypothermia on cardiac innervation. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 103(6), 1192-1199.
6. Laitio, T. T., Huikuri, H. V., Koskenvuo, J., Jalonen, J., Mäkikallio, T. H., Helenius, H., et al. (2006). Long-term alterations of heart rate dynamics after coronary artery bypass graft surgery. *Anesth Analg*, 102(4), 1026-1031.
7. Karadaş, C., & Kapucu, S. Son On Yılda Yoğun Bakım Ünitesi İlişkili Kas Güçsüzlüğüne Yönelik Çalışmaların İncelenmesi: Sistemik Derleme. *Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi*, 4(3), 1-12.
8. Rawal, G., Yadav, S., & Kumar, R. (2017). Post-intensive care syndrome: an overview. *Journal of translational internal medicine*, 5(2), 90-92.
9. Hodgson, C. L., Bailey, M., Bellomo, R., Berney, S., Buhr, H., Denehy, L., et al. (2016). A binational multicenter pilot feasibility randomized controlled trial of early goal-directed mobilization in the ICU. *J Critical care medicine*, 44(6), 1145-1152.
10. Rocha, A. M., Martinez, B., da Silva, V. M., & Junior, L. F. (2017). Early mobilization: Why, what for and how? *J Medicina intensiva*, 41(7), 429-436.
11. Hodgson, C. L., Berney, S., Harrold, M., Saxena, M., & Bellomo, R. (2013). Clinical review: Early patient mobilization in the ICU. *Critical Care*, 17(1), 207. doi:10.1186/cc11820
12. Gosselink, R., Bott, J., Johnson, M., Dean, E., Nava, S., Norrenberg, M., et al. (2008). Physiotherapy for adult patients with critical illness: recommendations of the European Respiratory Society and European Society of Intensive Care Medicine Task Force on physiotherapy for critically ill patients. *Intensive care medicine*, 34(7), 1188-1199.
13. Bein, T., Bischoff, M., Brückner, U., Gebhardt, K., Henzler, D., Hermes, C., et al. (2015). S2e guideline: positioning and early mobilisation in prophylaxis or therapy of pulmonary disorders. *J Der Anaesthetist*, 64(1), 1-26.
14. Schweickert, W. D., Pohlman, M. C., Pohlman, A. S., Nigos, C., Pawlik, A. J., Esbrook, C. L., et al. (2009). Early physical and occupational therapy in mechanically ventilated, critically ill patients: a randomised controlled trial. *Lancet*, 373(9678), 1874-1882.
15. Klein, K., Mulkey, M., Bena, J. F., & Albert, N. M. (2015). Clinical and psychological effects of early mobilization in patients treated in a neurologic ICU: a comparative study. *Crit Care Med*, 43(4), 865-873.
16. TEAM-Study-Investigatörs. (2015). Early mobilization and recovery in mechanically ventilated patients in the ICU: a bi-national, multi-centre, prospective cohort study. *J Critical Care*, 19(1), 81-91.
17. Bailey, P., Thomsen, G. E., Spuhler, V. J., Blair, R., Jewkes, J., Bezdjian, L., et al. (2007). Early activity is feasible and safe in respiratory failure patients. *Crit Care Med*, 35(1), 139-145.
18. Morris, P. E., Goad, A., Thompson, C., Taylor, K., Harry, B., Passmore, L., et al. (2008). Early intensive care unit mobility therapy in the treatment of acute respiratory failure. *Journal of Critical Care Medicine*, 36(8), 2238-2243.

19. Kho, M. E., Damluji, A., Zanni, J. M., & Needham, D. M. (2012). Feasibility and observed safety of interactive video games for physical rehabilitation in the intensive care unit: a case series. *Journal of Critical Care*, 27(2), 219. e211-219. e216.
20. Hodgson, C. L., Stiller, K., Needham, D. M., Tipping, C. J., Harrold, M., Baldwin, C. E., et al. (2014). Expert consensus and recommendations on safety criteria for active mobilization of mechanically ventilated critically ill adults. *J Critical Care*, 18(6), 1-9.
21. Cahalin, L. P., LaPier, T. K., & Shaw, D. K. (2011). Sternal Precautions: Is It Time for Change? Precautions versus Restrictions - A Review of Literature and Recommendations for Revision. *Cardiopulm Phys Ther J*, 22(1), 5-15.
22. Balachandran, S., Lee, A., Royse, A., Denehy, L., & El-Ansary, D. (2014). Upper limb exercise prescription following cardiac surgery via median sternotomy: a web survey. *Journal of cardiopulmonary rehabilitation prevention*, 34(6), 390-395.
23. Katijjahbe, M. A., Granger, C. L., Denehy, L., Royse, A., Royse, C., Bates, R., et al. (2018). Standard restrictive sternal precautions and modified sternal precautions had similar effects in people after cardiac surgery via median sternotomy ('SMART'Trial): a randomised trial. *J Journal of physiotherapy*, 64(2), 97-106.
24. Kho, M. E., Martin, R. A., Toonstra, A. L., Zanni, J. M., Mantheyy, E. C., Nelliott, A., et al. (2015). Feasibility and safety of in-bed cycling for physical rehabilitation in the intensive care unit. *J Crit Care*, 30(6), 1419-1425.
25. Preiser, J., De Prato, C., Harvengt, A., Peters, L., Bastin, M., & Fraipont, V. (2014). Passive cycling limits myofibrillar protein catabolism in unconscious patients: a pilot study. *J Nov Physiother*, 4(4), 1-6.
26. Pires-Neto, R. C., Kawaguchi, Y. M. F., Hirota, A. S., Fu, C., Tanaka, C., Caruso, P., et al. (2013). Very early passive cycling exercise in mechanically ventilated critically ill patients: physiological and safety aspects-a case series. *J PLoS One*, 8(9), 1-7.
27. Wollersheim, T., Haas, K., Wolf, S., Mai, K., Spies, C., Steinhagen-Thiessen, E., et al. (2017). Whole-body vibration to prevent intensive care unit-acquired weakness: safety, feasibility, and metabolic response. *J of Critical Care*, 21(1), 1-10.
28. Wang, Y. T., Haines, T. P., Ritchie, P., Walker, C., Ansell, T. A., Ryan, D. T., et al. (2014). Early mobilization on continuous renal replacement therapy is safe and may improve filter life. *Critical Care*, 18(4), R161.
29. Adler, J., & Malone, D. (2012). Early mobilization in the intensive care unit: a systematic review. *Cardiopulmonary physical therapy journal*, 23(1), 5.
30. Dubb, R., Nydahl, P., Hermes, C., Schwabbauer, N., Toonstra, A., Parker, A. M., et al. (2016). Barriers and strategies for early mobilization of patients in intensive care units. *Annals of the American Thoracic Society*, 13(5), 724-730.
31. Olkowski, B. F., & Shah, S. O. (2017). Early Mobilization in the Neuro-ICU: How Far Can We Go? *Neurocrit Care*, 27(1), 141-150.
32. King, J., & Crowe, J. (1998). Mobilization practices in Canadian critical care units. *Journal of Physiotherapy Canada*, 50(3), 206-211.
33. Morris, P. E. (2007). Moving our critically ill patients: mobility barriers and benefits. *Crit Care Clin*, 23(1), 1-20.
34. Fan, E., Cheek, F., Chlan, L., Gosselink, R., Hart, N., Herridge, M. S., et al. (2014). An official American Thoracic Society Clinical Practice guideline: the diagnosis of



- intensive care unit–acquired weakness in adults. *Am J Respir Crit Care Med*, 190(12), 1437-1446.
35. Burtin, C., Clerckx, B., Robbeets, C., Ferdinande, P., Langer, D., Troosters, T., et al. (2009). Early exercise in critically ill patients enhances short-term functional recovery. *Crit Care Med*, 37(9), 2499-2505.
36. Sañudo, B., Seixas, A., Gloeckl, R., Rittweger, J., Rawer, R., Taiar, R., et al. (2020). Potential Application of Whole Body Vibration Exercise for Improving the Clinical Conditions of COVID-19 Infected Individuals: A Narrative Review from the World Association of Vibration Exercise Experts (WAVex) Panel. *International Journal of Environmental Research Public Health*, 17(10), 3650-3673.
37. Wang, H.-H., Chen, W.-H., Liu, C., Yang, W.-W., Huang, M.-Y., & Shiang, T.-Y. (2014). Whole-body vibration combined with extra-load training for enhancing the strength and speed of track and field athletes. *The Journal of Strength Conditioning Research*, 28(9), 2470-2477.
38. Cochrane, D., & Stannard, S. (2005). Acute whole body vibration training increases vertical jump and flexibility performance in elite female field hockey players. *Br J Sports Med*, 39(11), 860-865.
39. Monteleone, G., De Lorenzo, A., Sgroi, M., De Angelis, S., & Di Renzo, L. (2007). Contraindications for whole body vibration training. *J Sports Med Phys Fitness*, 47(4), 443-445.
40. Vargas, F. S., Cukier, A., Terra-Filho, M., Hueb, W., Teixeira, L. R., & Light, R. W. (1992). Relationship between pleural changes after myocardial revascularization and pulmonary mechanics. *Chest*, 102(5), 1333-1336.