

Egzersiz Uygulamalarında Güncel Yaklaşımlar ve Kanıtlar

Current Approaches and Evidence-Based Practice in Exercise Science

Çiçek GÜNDAY¹ Ayşe ZENGİN ALPÖZGEN²

ÖZ

Günümüzde gelişen bilgi birikimi ve teknolojiyle fizyoterapi alanında farklı egzersiz uygulamaları ve fiziksel aktivite önerileri kullanılmaya başlanmıştır. Bu derlemede, fizyoterapi ve rehabilitasyon alanında kullanılmakta olan egzersiz uygulamalarındaki güncel gelişmeler araştırılmıştır. Son beş yıl içinde çalışmaya başlanmış ya da daha önceden çalışılmış da olsa son beş yıl içerisinde popüleritesi artmış egzersizler güncel olarak nitelendirilmiştir. Kullanılan güncel yöntemler birincil etkileri açısından sınıflandırılmış ve incelenmiştir. Buna göre; yüksek yoğunluklu interval eğitim ve nordik yürüyüş, aerobik kapasiteyi geliştiren güncel egzersiz yöntemleri başlığı altında tartışılmış ve egzersiz toleransı düşük bireyler için etkili olabileceği sonucuna varılmıştır. Kas kuvvetini geliştirmekte kullanılan güncel egzersizlerden kan akımı kısıtlayıcı egzersizin kas hipertrofinde etkili olduğu; nordik hamstring egzersizlerinin koruyucu rehabilitasyon programına dahil edilmesinin Hamstring yaralanmalarını %50 oranında azaltabileceği belirlenmiştir. Pilatesin özellikle izometrik kas gücü üzerinde etkili olduğu ve rehabilitasyondan elde edilebilecek faydaları artırabileceği düşünülmektedir. Tüm vücut vibrasyonu, denge ve propriyosepsiyonu geliştirmekte kullanılabilir. Otago Egzersiz Programı ise özellikle ileri yaştaki popülasyonda denge ve yürümeye ait parametrelerin geliştirilmesinde güvenli ve etkili bir yöntemdir. Fantom ağrısının kontrolünde fantom egzersizleri etkili olabilir. Son olarak da gelişen teknolojiyle birlikte son dönemlerde sıklıkla kullandığımız teknoloji destekli rehabilitasyon uygulamaları ele alınmıştır. Bu başlık altında sanal gerçeklik/arttırılmış gerçeklik temelli rehabilitasyon uygulamaları ve robotik rehabilitasyon incelenmiş, fonksiyon, kas kuvveti, ağrı, motor kontrol gibi çok çeşitli alanlarda etkili olabileceği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Egzersiz, egzersiz tedavisi, fizik tedavi modaliteleri, rehabilitasyon

ABSTRACT

Different exercise prescriptions and physical activity suggestions have been used in physiotherapy through the contribution of developing knowledge and technology. In this review, current approaches in exercise practices used with physiotherapy and rehabilitation were examined. Exercises, which have been studied in the last five years or have been studied for a long time but getting popular for the last five years, were described as current. These exercises classified according to their primary effects. Accordingly, high-intensity interval training and Nordic walking were discussed under the title of current aerobic capacity improvement exercises. It has been concluded that they can be effective for individuals with low exercise tolerance. Among the current strengthening exercises, blood flow restriction training was effective in muscle hypertrophy. The incorporation of Nordic hamstring exercises into the protective rehabilitation programs can reduce Hamstring injuries by 50%. Pilates was particularly effective on isometric strength and may increase the benefits of rehabilitation. Whole body vibration was investigated as current exercises that improve proprioception and balance. Otago Exercise Program is safe and effective method to improve balance and walking-specific parameters, especially in elderly population. Phantom exercises can be effective to control phantom pain. Finally, technology-supported rehabilitation applications that have been used frequently in recent years were discussed. Under this title, virtual reality/augmented reality-based rehabilitation applications, telerehabilitation, and robotic rehabilitation were discussed in terms of their areas of general usage. They may be effective in a wide range of areas such as function, muscle strength, pain, and motor control.

Keywords: Exercise, exercise therapy, physical therapy modalities, rehabilitation

Geliş Tarihi/Received:27.01.2021, **Kabul Tarihi/Accepted:**16.05.2021 **Çevrimiçi Yayın Tarihi/Available Online**

Date:01.07.2021

¹Doktora Öğrencisi, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, cicek.gunday@ogr.iuc.edu.tr, ORCID:0000-0002-7531-5117

²Dr.Öğretim Üyesi, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, azengin@istanbul.edu.tr, ORCID: 0000-0003-0436-1164

Sorumlu yazar/Correspondence: Çiçek GÜNDAY, cicek.gunday@ogr.iuc.edu.tr

Cite this article as: Gunday Ç, Zengin Alpözgen A. Current Approaches and Evidence-Based Practice in Exercise Science. J Health Pro Res 2021;3(2):85-96.

Giriş

Fizyoterapi ve rehabilitasyon, tarihi oldukça eskiye dayanan bir konservatif tedavi yöntemidir. Temelleri M.Ö. 460'lı yıllarda Hipokrat ve Galen'in masaj, manuel terapi teknikleri ve hidroterapiyi kullanmasıyla atılmış olsa da modern fizyoterapi, 19. YY başlarında Amerikalı bir grup ortopedistin fiziksel yetersizliği olan poliomyelitli hastaların fiziksel eğitim ve egzersizlerini yaptırmak üzere bazı hemşire ve öğrencileri eğitmesiyle gelişmeye başlamıştır. Bu gelişim, meslek mensuplarının sayılarının artmasıyla ve mesleki yapılanmalar ve dernekleşmelerin başlaması ile hız kazanmıştır(1). Günümüzde fizyoterapi ve rehabilitasyon, nöro-muskulo-skeletal ve kardiyopulmoner fonksiyonların restorasyonu, ağrının kontrolü için hastaların klinik muayene, değerlendirme ve teşhisini takiben, egzersiz, ısı, soğuk, çeşitli elektriksel ajanlar, manipülasyon, mobilizasyon vb. uygulamaları kullanmakta olan konservatif bir bilim dalı olarak tanımlanmaktadır(2).

Dernek ve kuruluşlar fizyoterapiyi açıklarken kendi tanımlamalarını kullansalar da(3), bu tanımların ortak noktasında fiziksel fonksiyonun ve yaşam kalitesinin en üst düzeye çıkarılması gerekliliği bulunmaktadır. Bunun başarılması için fizyoterapi seansları boyunca, sağlıklı ve sedanter bireylerde, sporcularda, yaş almaya bağlı gelişen olumsuzlukların giderilmesinde, çok çeşitli hastalık ve yaralanmalarda ve hatta palyatif bakım sürecinde, klinik çalışmalarla kanıtlanmış pek çok farklı egzersiz reçetesi ve fiziksel aktivite önerileri planlanır ve uygulanır(4-7).

Günümüzde gelişen bilgi birikimi, uygulama alanlarının genişlemesi ve her alanda olduğu gibi gelişen teknolojinin fizyoterapiyle de birleşmesi sonucu, fizyoterapi alanında yapılan çalışmalar artmış ve daha etkin, daha verimli rehabilitasyon yöntemleri araştırılmaya başlanmıştır(8). Bu nedenle bu derlemede, fizyoterapi ve rehabilitasyon alanında kullanılmakta olan egzersiz uygulamalarındaki güncel gelişmeler, klinik ve saha uygulamalarına katkı sağlaması amacıyla araştırılmış ve kanıtlarla birlikte sunulmaya çalışılmıştır.

Aerobik Kapasite ve Endüransı Arttırmaya Yönelik Egzersizler

Yüksek Yoğunluklu İnterval Eğitim

Endürans egzersizleri planlanırken, süresi ve yoğunluğu, özellikle rehabilitasyondan elde edilen fizyolojik faydaların temel belirleyicisi olarak kabul edilmektedir(9). Optimal faydanın elde edilebilmesi için egzersiz süresinin ve yoğunluğunun ne olması gerektiğine yönelik araştırmalar mevcuttur(10,11). Bu araştırma protokollerinin içinde aslında uzun süredir bilinen ancak üzerinde sık çalışılmaya yeni başlanan Yüksek Yoğunluklu İnterval Eğitim (YYİE) de yer almaktadır.

Sürekli, sabit aktivite düzeyi ile yapılan submaksimal egzersiz eğitiminin (Orta Yoğunluklu Sürekli Eğitim-OYSE) aksine, YYİE, anaerobik eşikten daha büyük bir yoğunlukta (maksimum kalp hızının en az %85'i ya da maksimal oksijen tüketiminin en az %80'i ya da yedek nabızın en az %80'i) tamamlanan kısa veya orta uzunlukta intervallerin tekrarlanmasıyla karakterizedir. Her intervalin arasında, kısmi iyileşmeye izin veren ve maksimum 5 dakika süren, düşük yoğunluklu egzersizler yapılır. Amaç, endürans egzersizi sırasında kullanılacak fizyolojik sistemleri, aktivite sırasında gerçekte gerekenden daha büyük ölçüde tekrar tekrar uyarmaktır(12,13).

YYİE, fonksiyonu iyileştirir, metabolik kapasiteyi geliştirir ve aynı zamanda anti-inflamatuar etki göstererek metabolik değişikliklere neden olan kas miyokinlerini arttırır(14). 2016 yılında yapılan bir çalışma, 5 hafta süren hem YYİE hem de OYSE'nin, VO_{2max} artışı ile saptanan kardiorespiratuar zindeliği benzer oranda geliştirdiğini; ancak YYİE ile bu zindeliğe ulaşmak için gereken egzersiz süresinin OYSE'nin yarısı olduğunu ortaya koymuştur (15). Bu nedenle YYİE, zaman açısından daha verimlidir denebilir. Üstelik YYİE, sadece genç ve orta yaşlı erişkinlerde değil; aynı zamanda metabolik sendromlu, kronik obstrüktif akciğer hastalığı tanılı, miyokardiyal enfarktüsü geçirmiş ya da sağlıklı ancak ileri yaşlı gibi, egzersiz reçetesinin dikkatle yazılması gereken popülasyonlarda dahi, kardiyopulmoner fonksiyonların arttırılması için kullanılabilecek kadar güvenli olarak bildirilmiştir(16-19). Dolayısıyla, kardiyopulmoner endüransı geliştirilmek istenen ancak uzun süre sabit

yüklenme egzersizlerine adapte olmakta zorlanan bireylerde YYİE yöntemi tercih edilebilir.

YYİE, kardiyovasküler sistem üzerine etkileri bakımından OYSE'den daha verimli bulunmasına rağmen, vücut kompozisyonu üzerine daha etkin olduğu kanıtlanamamıştır(15,20). Bu nedenle kilo verme ya da vücut şekillendirme amacı içeren egzersiz programlarında reçetelendirilmesi üzerine dikkatle karar vermek gerekmektedir.

Nordik Yürüyüş

Nordik yürüyüş (NY), doğa yürüyüşü bastonların kullanıldığı yürüyüş şeklidir. Üst ekstremiteler kaslarının çalışması yürüyüş sırasında kalp atış hızını, oksijen ve enerji tüketimini artırırken, aynı hızda yürürken hissedilen efor oranını daha düşük tutmaktadır. Bu nedenle NY, egzersiz toleransı düşük bireyler için (aşırı kilolu veya obez kişiler gibi) etkili bir egzersiz şekli olarak karşımıza çıkmaktadır(21).

Son dönemlerde sağlıklı bireylerde ve çeşitli hastalık gruplarında yapılan çalışmalar NY'nin istirahat kalp atış hızı, kan basıncı, egzersiz kapasitesi, maksimum oksijen tüketimi ve yaşam kalitesi üzerinde faydalı etkiler gösterebileceğini ve bu nedenle, birincil ve ikincil korunma olarak çok geniş popülasyonlara önerilebileceğini ortaya koymuştur(22). Örneğin, yaşlı nüfus üzerine yapılan çalışmalar, NY'nin, sedanter yaşlılar ve normal yürüyüş yapan yaşlılara kıyasla, kardiyovasküler parametreleri, kas gücünü, dinamik dengeyi ve yaşam kalitesini daha olumlu etkileyebileceğini belirtmektedir(23). Benzer şekilde, Parkinson Hastalığı üzerine yapılmış çalışmalar göstermektedir ki, NY, yürüme kalitesi, yaşam kalitesi ve fonksiyonellik üzerine standart rehabilitasyon programlarına kıyasla, daha etkilidir(24). Kardiyopulmoner hastalıklarda da normal yürüyüş ile kıyaslandığında, 6 dakika yürüme testinde yürüme mesafesini arttırdığı gösterilmiştir(25). Yapılan çalışmaların, 4-6 hafta aralığında bir tedavi programının etkinliğini karşılaştırdığı düşünüldüğünde, kısa süre içerisinde fayda görmek amacıyla rehabilitasyon programlarına öneri olarak eklenebilir.

Güçlendirmeye Yönelik Egzersizler

Kan Akımı Kısıtlamalı Egzersiz (Kaatsu Egzersizleri)

Kan akımı kısıtlamalı egzersiz (KAKE) ya da diğer adıyla Kaatsu Egzersizleri; turnike veya manşon ile eksternal bir basınç oluşturarak hedef kasın proksimalindeki kan akımını kısıtlama yöntemine dayanır. Eksternal basıncın arteriel oksijen basıncının %40 ile %80'ini kısıtlayacak kadar yapılması önerilmektedir(26). Yaratılan bu hipoksik ortamda egzersizin etkilerinin arttığı düşünülmektedir. Bu sayede egzersizlerin, kas hipertrofisi için normalde gerekli olan 1 maksimum tekrarın %60-85'inde değil, %20 ila %40'ında yapılması yeterlidir(26,27).

Diz artroskopisi sonrası fizyoterapi uygulamalarına eklenen KAKE'nin uyluk çevresi ve fonksiyonellik üzerine olumlu etkileri görülmüştür(28). Üstelik KAKE, evde yapılacak kadar güvenli ve ev koşullarında yapılsa dahi kuadriseps kas gücünü ve kalınlığını arttırmada etkili bulunmuştur(29). Egzersiz sonrası hipotansiyon görülebilme ihtimali normaldir(30); bu durum egzersizlerin ev ortamında gözetimsiz yapılmasını etkilemeyebilir. Sadece kas yaralanmaları sonrası değil, tendon yaralanmaları sonrası da rehabilitasyon programına dahil edilmesinin kas kuvveti ve gücünde artış sağlayarak tedavi etkinliğini arttırabileceği bildirilmiştir(31).

Hipertrofi ve kas kuvveti artışına neden olan muhtemel mekanizmalar; anabolik büyüme faktörlerini uyarabilen metabolik stres, spesifik hücre içi sinyal yolları yoluyla artan kas protein sentezi, kas hasarı, uydu hücrelerinin muhtemel aktivasyonu, mekanotransdüksiyon, harekete katılan lif tipi (ortamda oksijen bulunmadığından tip II liflerinin daha önce ateşlenmesi), reaktif oksijen türlerinin üretimi ve yanı sıra hareketsizlik veya yaralanmadan kaynaklanan kullanılmamaya bağlı atrofik etkilerin mekanik gerilim aracılığıyla zayıflaması olarak sıralanabilir(27,32-34).

Nordik Hamstring Egzersizleri

Nordik Hamstring Egzersizleri (NHE) eksenrik yüklenmeyi en üst düzeye çıkartmak için partnerle yapılan bir egzersizdir. Bireyler, diz üstü pozisyondayken öne düşme hareketini hamstringlerini kasarak kontrol etmeye çalışırlar ve düşüşü sonlandırmak için kollarını ve ellerini kullanırlar. Göğsün yüzeye temas etmesine izin verilmez. Geri dönüşte konsantrik yüklemeyi en aza indirmek için elleriyle kuvvetli bir şekilde

kendilerini iterek hemen başlangıç pozisyonuna geri dönmeleri beklenir(35).

NHE'nin koruyucu rehabilitasyon programına dahil edilmesinin Hamstring yaralanmalarında %50 oranında azalma sağlayabileceği bildirilmiştir(36,37). Üstelik NHE'nin sağladığı bu azalma oranı ve genel etkinlik, yaş, cinsiyet ve spor türüne bağlı olarak değişmez(37). Aynı zamanda NHE'nin bel ağrısı olan sporcularda hamstring esnekliğini etkilemediği ancak ağrıyı azalttığı gösterilmiştir. Bu durum kasın eksantrik kuvvetindeki güçlü iyileşmenin bir göstergesi olabilir çünkü eksantrik kuvvetin artması, yük transferlerini düzenleyerek ağrıyı azaltıyor olabilir(38).

Egzersiz volümüne sıklık, set sayısı ve tekrar sayısı ile karar verilir. Sayılar arttıkça tedavi süresi boyunca yapılan toplam egzersiz sayısı artar, yani volüm artar(39). NHE'nin yüksek volümlerde yapılması sporcuların antrenmanı sürdürmek istememesine neden olabilir ve antrenmana uyumu zorlaştırabilir. Yapılan bir çalışma göstermektedir ki minimum 6 haftalık bir süre boyunca hem yüksek hem de düşük volümlerde uygulanan NHE, kas gücünde (eksantrik tork ve eksantrik kuvvet) ve kas yapısında (fasikül uzunluğu ve pennasyon açısı) benzer iyileşmeler sağlayabilmektedir. Bu nedenle antrenman programları oluşturulurken yararlılıkları benzer olduğundan, yüksek yoğunluklu egzersizlerin değil, düşük yoğunluklu egzersizlerin eklenmesi egzersize uyumu arttırabilir(40).

Pilates

Pilates kontrollü hareket, esneme ve nefes almaya odaklanan, mat üzerinde ya da özelleşmiş cihazlar ile (reformer) yapılabilen bir egzersiz sistemidir(41). Günümüz toplumlarına bakıldığında, kadınlar tarafından fiziksel zindelik için sıklıkla tercih edildiği kolayca görülebilir. Kadınlar üzerindeki olumlu etkileri incelendiğinde bu durum o kadar da şaşırtıcı değildir. Örneğin, hamile kadınlarda ağrı kontrolü için hem güvenli hem de etkili bulunmuştur; inkontinans üzerine yapılan çalışmalarda idrara çıkma ve idrar kaçırma sıklığı üzerinde biyofeedback ile yapılan egzersizlere benzer gelişmeler kaydedilebileceğini ve standart fizyoterapi protokollerine eklendiğinde günlük aktiviteler, utanç ve öz saygı üzerinde inkontinansın etkisinin daha az hissedilmesini

sağlanabileceği belirtilmektedir(42-44). Kapsayıcı bir tedavi programı oluşturulurken sağlık parametrelerin gelişmesi ve ağrının azalması kadar psikolojik parametrelerin gelişmesi de önemli olduğundan, standart rehabilitasyon programlarına pilatesin eklenmesi düşünülebilir.

Üstelik ileri yaşlı kadınlarda bile pilatesin faydaları oldukça fazladır. Pilates ve güçlendirme egzersizleri kıyaslandığında her iki egzersizin de yürüme fonksiyonunda benzer gelişmeler sağladığı gösterilmiştir ancak kalça ve gövde ekstansiyon kasların kuvvetinin gelişmesinde pilates egzersizlerinin izometrik, güçlendirme egzersizlerinin ise izokinetik kas kuvvetini arttırdığı belirtilmiştir. Bu bulgu her iki egzersiz grubundan da faydalanılması gerektiğine bir kanıt niteliğindedir(45). Aynı zamanda statik germinin yaşlı popülasyonda gövde ve kalça fleksörlerinde esnekliği arttırdığı ancak pilatesin bu kaslara ek olarak gövde ekstansiyon, ayak bileği plantar ve dorsi fleksiyonun da esnekliğini arttırdığı görülmüştür. Bu nedenle güçlenmenin yanı sıra genel bir vücut esnekliği açısından da pilatesten faydalanılabilir(46).

Günümüzde pilatesin rehabilitasyon programları açısından da popüleritesi gittikçe artmaktadır ve özellikle ağrı ve disabilite üzerine olumlu etkileri bildirilmektedir(47). Bel ağrılı olgularda eklem hareket açıklığı, fonksiyonellik ve kor kas kuvveti üzerine güçlendirme egzersizlerine kıyasla daha etkin olabileceği belirtilmiştir(48). Bu nedenle bel ağrısında kor stabilizasyon egzersizleri öncelikli olmak üzere pilates de kullanılabilir. Multipl Skleroz üzerine mat pilates ve reformer pilatesin etkinliğinin karşılaştırıldığı bir çalışmada ise, denge, fonksiyonel mobilite, kor stabilizasyon, yorgunluk düzeyi ve yaşam kalitesi için iki pilates programının da kontrol grubuna kıyasla anlamlı geliştiği ancak etkilerinin benzer olduğu gösterilmiştir(49). Görülmektedir ki rehabilitasyon amacıyla pilatesin kullanılması, rehabilitasyondan elde edilebilecek faydaları arttırabilir.

Denge ve Propriyosepsiyonu Geliştirmeye Yönelik Egzersizler

Tüm Vücut Vibrasyonu (Whole Body Vibration)

Tüm vücut vibrasyonu (TVV) mekanik stimülasyon için sistemik vibrasyon sinyalleri sağlayan, popüleritesi gittikçe artan bir biyofiziksel modalitedir. Üzerine yapılan çalışmalar faydalarını gün geçtikçe daha fazla ortaya koymaktadır(50). 100 Hz civarında uygulanan mekanik titreşimler kas içciklerini ve Ia afferent liflerini aktive ederek, tonik titreşim refleksi olarak adlandırılan miyotatik reflekse neden olur. Böylece daha yüksek eşikli motor üniteler, oluşan titreşim frekansı ile senkron şekilde ateşlenir ve kas aktivitesi kademeli olarak gelişir(51). TVV'nin diğer yararları arasında yüzey elektromiyografisi ile tespit edilen çizgili kasların aktivitesinin artması, testosteron ve büyüme hormonu salgılanması, kas içi sıcaklığın ve esnekliğin artması, kemik oluşum süreçlerinin uyarılması, kan damarlarının genişlemesi, dolaşım ve oksijen alımının iyileşmesi ve kortizol konsantrasyonlarının ve dolaşımdaki glikozun azalması bulunmaktadır(52).

TVV'nin kullanım alanları oldukça geniştir. İnme sonrası koşu bandında yapılan 6 haftalık yürüme eğitimine ek, ağırlık aktarma egzersizleri olarak progresif bir şekilde uygulandığında, yürüme hızı, adım uzunluğu ve çift bacak desteğini etkili bir şekilde artırdığı bildirilmiştir(53). Benzer şekilde, inkomplet spinal kord yaralanmalarında 8 haftalık fizyoterapi programına ek olarak uygulandığında, plantar fleksör spastisitesini azaltmada, yürüme hızını ve dengeyi geliştirmede etkili bulunmuştur(54). TVV'nin sporcu rehabilitasyonunda da etkinliği araştırılmaktadır. Yapılan çalışmalar göstermektedir ki, kronik ayak bileği instabilitesinde, 6 haftalık rehabilitasyon programına ek TVV uygulamaları dengeyi önemli ölçüde geliştirmektedir(55). Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası uygulandığında ise diz fleksör ve ekstansör kas kuvvetini artırırken hastalar tarafından kolay tolere edilebilir bulunmuş ve herhangi bir yan etki bildirilmemiştir(56).

TVV, doğru uygulandığında oldukça güvenlidir. Kronik obstrüktif pulmoner hastalık, obezite ve hatta yoğun bakım hastalarında kullanımının güvenli olduğu ve rehabilitasyon programı üzerine olumlu etkileri bulunduğu belirtilmiştir(57-59). Ancak TVV frekansı, organların titreşim frekansı olan rezonans frekansı (2-12 Hz) ile çakıştığında bazı kardiyovasküler

reaksiyonlar, baş ağrısı ve hatta epilepsi nöbetleri görülebilir. Vibrasyonun zararlı etkilerinden kaçınmak için vibrasyon uygulamaları 20 Hz'in altında olmamalı, düşük amplitüd (1-2 mm) seçilmeli ve her vibrasyon seansında bireyin titreşime maruz kalma süresi kısa tutulmalıdır (20-60 sn)(60).

Otago Egzersiz Programı

Otago egzersiz programı (OEP) yaşlılarda düşmeyi önlemek için Otago Tıp Okulu tarafından geliştirilmiştir. Ortalama 30 dakikada tamamlanan 5 güçlendirme ve 12 denge egzersizinin yanı sıra yürüme önerisi içerir. Egzersizler haftada 3 kez, yürüme ise 2 kez yapılmalıdır. Progresyon, setlerin ve kullanılan ağırlıkların artırılmasıyla ayarlanır (61). Yapılan çalışmalar OEP'nin, fiziksel fonksiyonun iyileştirilmesi, düşmenin önlenmesi ve hatta mortalitenin azaltılmasında etkili olduğunu ortaya koymaktadır (62,63). Dengedeki gelişmelere ek olarak yürüme hızı, kadans, adım uzunluğu ve çift adım uzunluğunda anlamlı artışlar da gözlemlenmektedir (64). Bir yıl boyunca uygulandığında, yıllık düşme sayısını ortalama 1.4'ten 0,5'e düşürdüğü gösterilmiştir (65). Ancak çalışmalar, denge geliştirmede uzun yıllardır kullanılmakta olan Tai-Chi egzersizine üstünlüğünü göstermemektedir (66).

Yapılan bir derleme, OEP'nin artırılmış gerçeklik veya vestibüler rehabilitasyonla birlikte uygulanması, DVD eşliğinde uygulanması ya da grup egzersizi şeklinde uygulanmasını "modifiye OEP" olarak adlandırmış ve OEP ile modifiye OEP arasında fark olup olmadığını sorgulamıştır. Sonuç olarak hem OEP'nin hem de modifiye OEP'nin denge ve fonksiyonel yeteneklerde anlamlı gelişmelere sebebiyet olduğunu bildirmiş ancak modifiye OEP'nin OEP kadar etkili olup olmadığını ve hangi değiştirilmiş formatın daha etkili olduğunu belirsiz olduğunu bildirmiştir (67).

OEP çeşitli hastalıkları olan ileri yaşlı bireylerde dahi güvenle kullanılabilir. İnme sonrası 8 haftalık uygulamanın, düşme, günlük yaşam aktiviteleri ve yaşam kalitesi üzerine anlamlı pozitif etkileri olduğu gösterilmiştir (68). Parkinson hastalarında yapılan bir çalışma ise, 4 haftalık OEP uygulamasının denge kontrolü ve yürüme hızını arttırdığını göstermektedir (69). Otago egzersizlerinin farklı popülasyonlarda kullanımı konusunda tamamlanmış çalışmaların

sayısı çok fazla değildir. Bu nedenle, farklı hastalıkları bulunan yaşlı popülasyonlarla çalışmalar planlanabilir.

Gevşeme ve Ağrı Kontrolüne Yönelik Egzersizler

Fantom Egzersizleri

Fantom egzersizleri, fantom ağrısı hissedildiğinde, ağrı geçene kadar, en az 15 kere olacak şekilde yapılan egzersizlerden oluşmaktadır. Egzersizin uygulanışı sırasında katılımcılardan önce fantom uzvu hangi pozisyonda hissettiklerini göstermeleri, sonra sağlam uzuvlarını aynı pozisyona yerleştirmeleri istenir. İki uzuv birlikte başlangıç pozisyonunun tersine hareket eder ve sonra tekrar başlangıç pozisyonuna döner(70). Fantom Egzersizlerinin fantom ağrısına neden olan kortikal reorganizasyonun yeniden düzenlenmesinde etkili olabileceği düşünülmektedir(71). Literatürde ayna terapisiyle karşılaştırıldığında ayna terapisinin daha iyi sonuçlar verdiğini belirten çalışmalar olduğu gibi fantom egzersizlerinin umut verici olduğunu belirten çalışmalar da bulunmaktadır(72,73). Ancak yapılan çalışmalar kısıtlıdır ve daha çok çalışmaya ihtiyaç vardır.

Teknoloji Destekli Rehabilitasyon

Sanal Gerçeklik / Arttırılmış Gerçeklik Temelli Rehabilitasyon Uygulamaları

Sanal Gerçeklik (SG) ve Arttırılmış Gerçeklik (AG), beyin aktivitelerini, hastaları farklı yerlerde olduklarına inandırarak aldatmayı amaçlar. Sanal gerçeklikte hasta sanal bir ortamla etkileşim kurar ve gerçek hayattaki bir aktiviteyi simüle eder. Bu teknolojinin riski, yaralanmalara neden olabilecek gerçek tehlikeleri tanımanın imkansızlığıdır. AG'de ise sanal gerçeklik ve gerçek gerçeklik örtüşür ve hasta potansiyel tehlikelerin farkındadır(74).

Günümüzde gelişen teknoloji sayesinde SG ve AG kullanımı gittikçe yaygınlaşmıştır. Günde 15 dakika Xbox 360® ve Kinect® ile oynanan oyunlar ortalama olarak 3.7 MET - 46 kkal harcatır(75). Bu durum sağlık açısından faydalar sağlasa da günlük 15 dakikalık eğitim, fiziksel aktivitenin tek temelini oluşturmamalıdır. Ancak hem egzersiz hem de rehabilitasyon programlarına eklenerek sağlık üzerine daha

olumlu etkiler sağlayabilir. Örneğin, Korona Virüs pandemisi nedeniyle evde kalma sürelerimiz arttığından, özellikle yaşlı popülasyonun fiziksel aktivite düzeyinde azalmalar gözlemlenmiştir. SG uygulamaları bu dönemde motor yetenekleri arttırmak, obeziteyi ve düşme riskini azaltmak, bilişsel ve psikolojik sonuçları kolaylaştırmak için faydalı olabilir(76).

Rehabilitasyon alanında da SG/AG uygulamaları hız kazanmıştır. Özellikle inme ve Parkinson Hastalığında yapılan çalışmalar göstermektedir ki 12 haftalık programlar ile hem üst hem de alt ekstremitelerinde, dengede, yürümeye ilişkin parametrelerde, düşme riskinde ve bilişsel parametrelerde standart fizyoterapi programlarından bile daha etkili sonuçlar elde edilebilir(77-81). Fizyoterapi uygulamaları klinik ya da ev ortamında yapılan egzersizleri içerir ancak SG/AG programlarıyla farklı ortamlar algısal olarak yaratılarak kişinin bu ortamları deneyimlemesi, böylece gündelik hayatta karşılaşılabilecek fonksiyonel hareketlerin çeşitli dikkat dağıtıcılar eşliğinde deneyimlenmesi sağlanabilir. Bu da tedavilerde bildirilen sonuçların neden bu denli iyi olduğunun bir açıklaması olabilir. Yine de bu teknolojinin yeni olduğu ve daha üzerine çalışılacak pek çok konu olduğunun unutulmaması gerekmektedir.

SG/AG'nin etkileri sadece nörolojik durumlar için incelenmemiştir. Daha sınırlı olmakla birlikte ortopedik problemler üzerine de çalışılmaktadır. Özellikle ayak bileği spraini ve total diz artroplastisi sonrası kontrol grubu ya da geleneksel rehabilitasyon programları ile kıyaslandığında hem tedavi maliyetini düşürebildiği hem de eklem hareket açıklığı, denge, yürümeye ilişkin parametreler ve kas kuvveti üzerine olumlu sonuçları olabileceği bildirilmiştir(82-84). Dahası, SG/AG uygulamaları, ağrı kontrolünde de etkili olabilir(85). Tüm bunlar göz önünde bulundurulduğunda, belki de hem ortopedik yaralanmalar üzerine hem de diğer rehabilitasyon alanlarında daha çok çalışılması ve fonksiyonellik, ağrı, günlük yaşam aktivitelerine katılım gibi farklı durumlar üzerine etkisinin araştırılması faydalı olabilir.

Robotik Rehabilitasyon

Teknolojinin gelişmesiyle, robotların rehabilitasyon alanında kullanılmaya başlanması

hız kazanmıştır. Rehabilitasyon robotları mekanik yapılarına göre genel olarak son-efektör robotlar ve dış iskelet robotlar olmak üzere kategorize edilir. Son-efektör robotlar hastalara distal bir noktadan bağlanır ve eklemleri insan eklemleriyle eşleşmez. Dış iskelet robotlarıysa, birden çok noktadan bağlantı yapar ve eklem eksenleri insan eklem eksenleriyle eşleştiğinden insan uzuvlarına benzerler(86).

Aktif hareketin olmadığı durumlarda robotlar pasif hareketi sağlayabilir. Bu pasif hareketler aktif hareketlerde yer alan serebral alanları harekete geçirir. Hareket kapasitesi bir miktar var olan hastalarda ise uzuv ağırlığını yer çekimine karşı destekleyerek hareket kabiliyetini ve açıklığını arttırabilir. Rehabilitasyon robotları egzersizlerinin süresini, özellikle de çeşitliliğini, kalitesini ve hastanın bireysel durumuna adaptasyonunu sağlayarak motor öğrenme prensiplerini yerine getirir ve rehabilitasyon sırasında terapiste yardım sağlar(87). Örneğin hem inme sonrası yürüme eğitiminde hem de üst ekstremitenin fonksiyonel kullanımında fizyoterapi uygulamalarına ek olarak kullanılan robotik rehabilitasyon, rehabilitasyon kazanımlarını arttırır. Rehabilitasyon inme sonrası ne kadar erken başlarsa o kadar faydalıdır ancak inmenin akut fazının geride kaldığı, kronikleştiği hastalar robotik rehabilitasyona daha iyi cevap verebilir(88,89).

Robotik rehabilitasyonun kullanım amacı sadece fonksiyonellik ve motor öğrenme üzerine değildir. Hemiplejik omuz ağrısının kontrolü için fizyoterapi uygulamalarına ek olarak uygulandığında ağrı üzerine olumlu gelişmeler gözlemlenmiştir(90). Spinal kord yaralanmalarından sonra uygulandığında ise ağrı algısının ve spastisite düzeyinin azaldığına, propriyosepsiyon-sıcaklık-titreşim-basınç duyularının duyarlılığının arttığına dair umut verici sonuçlar bulunmaktadır(91). Ancak literatürde, anatomik yapıların etkilenimine bağlı olarak propriyosepsiyonun da sıklıkla etkilendiği ortopedik yaralanmalardan sonra robotik rehabilitasyonun kullanımına ilişkin klinik bir çalışma bulunamamıştır.

Sonuç

Egzersiz uygulamalarında amaç aerobik kapasiteyi ve kas kuvvetini arttırmak, dengeyi geliştirmek ve ağrının kontrolünü sağlamak, kısaca en iyi fiziksel

uygunluğa ulaşmak olsa da tüm bu kazanımlar için uygulanan yöntemler gün geçtikçe gelişmektedir. Son beş yıl içerisinde yapılmış çalışmalar incelendiğinde, güncel egzersiz ve rehabilitasyon uygulamalarına yönelik çalışmalar artmış olarak bulunsa da söz konusu uygulamaların haftalık sıklığı, süresi, yoğunluğu ve progresyonuna yönelik standardize protokollerin oluşturulabilmesi için iyi tasarlanmış, kaliteli klinik çalışmalara hala ihtiyaç duyulmaktadır. Farklı hastalık ve yaş gruplarında bu protokollerin çeşitlendirilmesi de bu uygulamaların kliniklerde hastalığa/yaşa spesifik kullanımını arttırabilir.

Kaynaklar

1. Can F. Fizyoterapi ve Rehabilitasyonun Mesleki Gelişim Tarihi. İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilim Fakültesi Derg. 2016;1(3):1-6.
2. Sharma K. Exploration of the History of Physiotherapy. Sci Res J India. 2012;1(1):19-22.
3. World Confederation for Physical Therapy. Policy Statement: Description of Physical Therapy [Internet]. London, UK: WCPT; 2019. Available from: <https://world.physio/sites/default/files/2020-07/PS-2019-Description-of-physical-therapy.pdf>
4. Tilhoiwea DD, Tilhoiwea T, Phokontsia L, Muyaa CK, Mudawarimaa T, Silumesiia L, et al. A Systematic Review of the Role of Physiotherapy Interventions in Palliative Care. Preprints. 2020;
5. Ashton H. Sports physiotherapy advancing in New Zealand. Br J Sports Med. 2015;49(14).
6. Fransen M. When is physiotherapy appropriate? Best Pract Res Clin Rheumatol. 2004;18(4).
7. Souza J, Nazario M, Derze O, Bergamim J, Pletsch A, Ferrari A. Physiotherapy in the Prevention of Falls in Elderly People. J Heal Sci. 2019;21(3):236-42.
8. Dedeoğlu T. Önsöz. In: Dedeoğlu T, editor. Fizyoterapide Güncel Yaklaşımlar. Ankara: Iksad Publications; 2019. p. 1-2.
9. Hofmann P, Tschakert G. Intensity- and Duration-Based Options to Regulate Endurance Training. Front Physiol. 2017;8:337.

10. Castroab E, Peinadoab A, Benitoab P, Galindoc M, González-Grossad M, Cupeiroab R, et al. What is the most effective exercise protocol to improve cardiovascular fitness in overweight and obese subjects? *J Sport Heal Sci.* 2017;6(4):454–61.
11. Seiler S. What is Best Practice for Training Intensity and Duration Distribution in Endurance Athletes? *Int J Sports Physiol Perform.* 2010;5:276–91.
12. Laursen P, Jenkins D. The Scientific Basis for High-Intensity Interval Training Optimising Training Programmes and Maximising Performance in Highly Trained Endurance Athletes. *Sport Med.* 2001;32(1):1.
13. Weston KS, Wisløff U, Coombes JS. High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: A systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2014;48(16):1227–1234.
14. Eaton M, Granata C, Barry J, Safdar A, Bishop D, Little J. Impact of a single bout of high-intensity interval exercise and short-term interval training on interleukin-6, FNDC5, and METRN mRNA expression in human skeletal muscle. *J Sport Heal Sci.* 2018;7(2):191–6.
15. Kong Z, Fan X, Sun S, Song L, Shi Q, Nie J. Comparison of High-Intensity Interval Training and Moderate-to-Vigorous Continuous Training for Cardiometabolic Health and Exercise Enjoyment in Obese Young Women: A Randomized Controlled Trial. *PLoS One.* 2016;11(7).
16. Guadalupe-Grau A, Aznar-Laín S, Mañas A, Castellanos J, Alcázar J, Ara I, et al. Short and Long Term Effects of Concurrent Strength and HIIT Training in Octogenarian COPDs. *J Aging Phys Act.* 2017;25(1):105–15.
17. Dun Y, Thomas R, Smith J, Medina-Inojosa J, Squires R, Bonikowske A, et al. High-intensity interval training improves metabolic syndrome and body composition in outpatient cardiac rehabilitation patients with myocardial infarction. *Cardiovasc Diabetol.* 2019;18.
18. Adolfo J, Dhein W, Graciele S. Intensity of physical exercise and its effect on functional capacity in COPD: systematic review and meta-analysis. *J Bras Pneumol.* 2019;45(6).
19. Chéilleachair N, Harrison A, Warrington G. HIIT enhances endurance performance and aerobic characteristics more than high-volume training in trained rowers. *J Sports Sci.* 2017;35(11):1052–8.
20. Vasconcelos B, Protzen G, Galliano L, Kirk C, Del Vecchio FB. Effects of High-Intensity Interval Training in Combat Sports: A Systematic Review with Meta-Analysis. *J Strength Cond Res.* 2020;34(3):888–900.
21. Muollo V, Rossi A, Milanese C, Masciocchi E, Taylor M, Zamboni M, et al. The effects of exercise and diet program in overweight people – Nordic walking versus walking. *Clin Interv Aging.* 2019;14:1555–1565.
22. Tschentsche M, Niederseer D, Niebauer J. Health Benefits of Nordic Walking: A Systematic Review. *Am J Prev Med.* 2013;44(1):76–84.
23. Bullo V, Gobbo S, Vendramin B, Duregon F, Cugusi L, Di Blasio A, et al. Nordic Walking can be incorporated in the exercise prescription to increase aerobic capacity, strength and quality of life for elderly: a systematic review and meta-analysis. *Rejuvenation Res.* 2018;21(2):2017.1921.
24. Szeffler-Derela J, Arkuszewski M, Knapik A, Wasiuk-Zowada D, Gorzkowska A, Krzystanek E. Effectiveness of 6-Week Nordic Walking Training on Functional Performance, Gait Quality, and Quality of Life in Parkinson's Disease. *Medicina (B Aires).* 2020;56(7).
25. Girold S, Rousseau J, Le Gal M, Coudeyre E, Le Henaff J. Nordic walking versus walking without poles for rehabilitation with cardiovascular disease: Randomized controlled trial. *Ann Phys Rehabil Med.* 2017;60(4):223–9.
26. Patterson SD, Hughes L, Head P, Warmington S, Brandner C. Blood flow restriction training: a novel approach to augment clinical rehabilitation: how to do it. *Br J Sport Med.* 2017;51(23):1648–9.
27. Patterson S, Hughes L, Warmington S,

- Burr J, Scott B, Owens J, et al. Blood Flow Restriction Exercise: Considerations of Methodology, Application, and Safety. *Front Physiol.* 2019;10:533.
28. Tennent D, Hylden C, Johnson A, Burns T, Wilken J, Owens J. Blood Flow Restriction Training After Knee Arthroscopy: A Randomized Controlled Pilot Study. *Clin J Sport Med.* 2017;27:245–252.
 29. Kilgas MA, LLM L, Drum S, Elmer S. Exercise with Blood Flow Restriction to Improve Quadriceps Function Long After ACL Reconstruction. *Int J Sport Med.* 2019;40:650–656.
 30. Picón M, Chulvi I, Cortell J, Tortosa J, Alkhadar Y, Sanchís J, et al. Acute Cardiovascular Responses after a Single Bout of Blood Flow Restriction Training. *Int J Exerc Sci.* 2018;11(2).
 31. Yow B, Tennet D, Dowd T, Loenneke J, Owens J. Blood Flow Restriction Training After Achilles Tendon Rupture. *J Foot Ankle Surg.* 2018;57(3):635–8.
 32. Hwang P, Willoughby D. Mechanisms Behind Blood Flow Restricted Training and its Effect Towards Muscle Growth. *J Strength Cond Res.* 2019;33(Suppl 1):167–79.
 33. Wernbom M, Apro W, Paulsen G, Nilsen TS, Blomstrand E, Raastad T. Wernbom, Mathias Apro, William Paulsen, GÅ,ran Nilsen, Tormod S. Blomstrand, Eva Raastad, Truls Acute low-load resistance exercise with and without blood flow restriction increased protein signalling and number of satellite cells in human skeletal muscle. *Eur J Appl Physiol.* 2013;113(12):2953–2965.
 34. Pearson SJ, Hussain SR. A Review on the Mechanisms of Blood-Flow Restriction Resistance Training-Induced Muscle Hypertrophy. *Sport Med.* 2015;45(2):187–200.
 35. Mjølsnes R, Arnason A, Østhagen T, Raastad T, Bahr R. A 10-week randomized trial comparing eccentric vs. concentric hamstring strength training in well-trained soccer players. *Scand J Med Sci Sport.* 2004;14(5):311–7.
 36. Al Attar WSA, Soomro N, Sinclair PJ, Pappas E, Sanders RH. Effect of Injury Prevention Programs that Include the Nordic Hamstring Exercise on Hamstring Injury Rates in Soccer Players: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sport Med* doi1. 2017;47(5):907–16.
 37. van Dyk N, Behan F, Whiteley R. Including the Nordic hamstring exercise in injury prevention programmes halves the rate of hamstring injuries: a systematic review and meta-analysis of 8459 athletes. *Br J Sport Med.* 2019;53:1362–70.
 38. Kasmi S, Hammami A, Noureddine G, Khlifa R. The effects of Nordic hamstring exercise on pain and performance in elite rowers with lower back pain. *Turk J Kin.* 2017;3(2):22–5.
 39. Presland JD, Timmins RG, Bourne MN, Williams MD, Opar DA. The effect of Nordic hamstring exercise training volume on biceps femoris long head architectural adaptation. *Scand J Med Sci Sports.* 2018;28(7):1775–83.
 40. Cuthbert M, Ripley N, McMahon JJ, Evans M, Haff G, Comfort P. The Effect of Nordic Hamstring Exercise Intervention Volume on Eccentric Strength and Muscle Architecture Adaptations: A Systematic Review and Meta-analyses. *Sport Med.* 2020;50(1):83–99.
 41. Kloubec J. Pilates: how does it work and who needs it? *Muscles Ligaments Tendons J.* 2011;1(2):61–66.
 42. Oktaviani I. Pilates workouts can reduce pain in pregnant women. *Complement Ther Clin Pr.* 2018;31:349–51.
 43. Chmielewska D, Stania M, Kucab-Klich K, Błaszczak E, Kwaśna K, Smykla A, et al. Electromyographic characteristics of pelvic floor muscles in women with stress urinary incontinence following sEMG-assisted biofeedback training and Pilates exercises. *PLoS One.* 2019;14(12).
 44. Lausen A, Marsland L, Head S, Jackson J, Lausen B. Modified Pilates as an adjunct to standard physiotherapy care for urinary incontinence: a mixed methods pilot for a randomised controlled trial. *BMC Womens Heal.* 2018;18(1).
 45. Carrasco-Poyatos M, Ramos-Campo DJ, Rubio-Arias JA. Pilates versus resistance training on trunk strength and balance

- adaptations in older women: a randomized controlled trial. *PeerJ*. 2019;7.
46. Oliveira LC de, Oliveira RG de, Pires-Oliveira DA de A. Comparison between static stretching and the Pilates method on the flexibility of older women. *J Bodyw Mov Ther*. 2016;20(4):800–6.
 47. Byrnes K, Wu P-J, Whillier S. Is Pilates an effective rehabilitation tool? A systematic review. *J Bodyw Mov Ther*. 2017;22(1):192–202.
 48. Bhadauria E, Gurudut P. Comparative effectiveness of lumbar stabilization, dynamic strengthening, and Pilates on chronic low back pain: randomized clinical trial. *J Exerc Rehabil*. 2017;13(4):477–85.
 49. Bulguroglu I, Guclu-Gunduz A, Yazici G, Ozkul C, Irkeç C, Nazliel B, et al. The effects of Mat Pilates and Reformer Pilates in patients with Multiple Sclerosis: A randomized controlled study. *NeuroRehabilitation*. 2017;41(2):413–22.
 50. Cheung W, Mok H, Qin L, Sze P, Lee K, Leung K. Yüksek Frekanslı Tüm Vücut Vibrasyonu Yaşlı Kadınlarda Denge Yetisini Geliştirir. *Arch Phys Med Rehabil*. 2007;2(4).
 51. Zaidell L, Mileva K, Sumners D, Bowtell J. Experimental Evidence of the Tonic Vibration Reflex during Whole-Body Vibration of the Loaded and Unloaded Leg. *PLoS One*. 2013;8(12).
 52. Stania M, Juras G, Słomka K, Chmielewska D, Król P. The application of whole-body vibration in physiotherapy: A narrative review. *Acta Physiol Hung*. 2016;103(2):133–145.
 53. Choi W, Han D, Kim J, Lee S. Whole-Body Vibration Combined with Treadmill Training Improves Walking Performance in Post-Stroke Patients: A Randomized Controlled Trial. *Med Sci Monit*. 2017;23:4918–4925.
 54. In T, Jung K, Lee M, Cho H. Whole-body vibration improves ankle spasticity, balance, and walking ability in individuals with incomplete cervical spinal cord injury. *NeuroRehabilitation*. 2018;42(4):491–497.
 55. Sierra-Guzmán R, Jiménez-Díaz F, Ramírez C, Esteban P, Abián-Vicén J. Whole-Body-Vibration Training and Balance in Recreational Athletes With Chronic Ankle Instability. *J Athl Train*. 2018;53(3).
 56. Costantino C, Bertuletti S, Romiti D. Efficacy of Whole-Body Vibration Board Training on Strength in Athletes After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Clinical Journal of Sport Medicine*, (), 1–. doi: *Clin J Sport Med*. 2018;28(4):339–49.
 57. Gloeckl R, Richter P, Winterkamp S, Pfeifer M, Nell C, Christle J, et al. Cardiopulmonary response during whole-body vibration training in patients with severe COPD. *ERJ Open Res*. 2017;3(1).
 58. Alavinia S, Omidvar M, Craven B. Does whole body vibration therapy assist in reducing fat mass or treating obesity in healthy overweight and obese adults? A systematic review and meta-analyses. *Disabil Rehabil*. 2019;
 59. Boeselt T, Nell C, Kehr K, Holland A, Dresel M, Greulich T, et al. Whole-body vibration therapy in intensive care patients: A feasibility and safety study. *J Rehabil Med*. 2016;48(3).
 60. Türkmen C, Köse N. Vibrasyon: Fizyoterapide Kullanımı ve Etkileri. In: Karaduman A, Ülger Ö, Yağlı NV, Kılınc M, Arslan SS, editors. *Fizyoterapi Seminerleri 2016 (2)*. H.Ü.S.B.F. Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü; 2016.
 61. Campbell A, Robertson M. Otago exercise programme to prevent falls in older adults. New Zealand: Otago Medical School, University of Otago; 2003.
 62. Dadgari A, Hamid TA, Hakim MN, Chaman R, Mousavi SA, Hin LP, et al. Randomized control trials on Otago Exercise Program (OEP) to reduce falls among elderly community dwellers in Shahroud, Iran. *Iran Red Crescent Med J*. 2016;18(5).
 63. Thomas S, Mackintosh S, Halbert J. Does the “Otago exercise programme” reduce mortality and falls in older adults?: A systematic review and meta-analysis. *Age Ageing*. 2010;39(6).
 64. Leem SH, Kim JH, Lee BH. Effects of Otago exercise combined with action

- observation training on balance and gait in the old people. *J Exerc Rehabil.* 2019;15(6).
65. Beato M, Dawson N, Svien L, Wharton T. Examining the Effects of an Otago-Based Home Exercise Program on Falls and Fall Risks in an Assisted Living Facility. *J Geriatr Phys Ther.* 2019;42(4).
 66. Son NK, Ryu YU, Jeong HW, Jang YH, Kim HD. Comparison of 2 Different Exercise Approaches: Tai Chi Versus Otago, in Community-Dwelling Older Women. *J Geriatr Phys Ther.* 2016;39(2).
 67. Martins AC, Santos C, Silva C, Baltazar D, Moreira J, Tavares N. Does modified Otago Exercise Program improves balance in older people? A systematic review. *Prev Med Reports.* 2018;11.
 68. Park Y, Chang M. Effects of the Otago exercise program on fall efficacy, activities of daily living and quality of life in elderly stroke patients. *J Phys Ther Sci.* 2016;28(1).
 69. Giardini M, Nardone A, Godi M, Guglielmetti S, Arcolin I, Pisano F, et al. Instrumental or Physical-Exercise Rehabilitation of Balance Improves Both Balance and Gait in Parkinson's Disease. *Neural Plast.* 2018;2018.
 70. Ülger Ö, Topuz S, Bayramlar K, Şener G, Erbahçeci F. Effectiveness Of Phantom Exercises For Phantom Limb Pain: A Pilot Study. *J Rehabil Med.* 2009;41:582–584.
 71. Aternali A, Katz J. Recent advances in understanding and managing phantom limb pain. *F1000Res.* 2019;8(F1000).
 72. Anaforoğlu Külünkoğlu B, Erbahçeci F, Alkan A. A comparison of the effects of mirror therapy and phantom exercises on phantom limb pain. *Turk J Med Sci.* 2019;49(101–109).
 73. Brunelli S, Morone G, Iosa M, Ciotti C, De Giorgi R, Foti C, et al. Efficacy of progressive muscle relaxation, mental imagery, and phantom exercise training on phantom limb: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 2015;96(2):181–7.
 74. Berton A, Longo UG, Candela V, Fioravanti S, Giannone L, Arcangeli V, et al. Virtual Reality, Augmented Reality, Gamification, and Telerehabilitation: Psychological Impact on Orthopedic Patients' Rehabilitation. *J Clin Med.* 2020;9(8).
 75. Szary P, Kiper P, Buchta K, Bedrunka D, Zablotni S, Rutkowska A, et al. Investigating exercise intensity in virtual reality among healthy volunteers. *Hum Mov.* 2020;21(4):54–60.
 76. Gao Z, Lee J, McDonough D, Albers C. Virtual Reality Exercise as a Coping Strategy for Health and Wellness Promotion in Older Adults during the COVID-19 Pandemic. *J Clin Med.* 2020;9(6):1986.
 77. Feng H, Li C, Liu J, Wang L, Ma J, Li G, et al. Virtual Reality Rehabilitation Versus Conventional Physical Therapy for Improving Balance and Gait in Parkinson's Disease Patients: A Randomized Controlled Trial. *Med Sci Monit.* 2019;25:4186–92.
 78. Pazzaglia C, Imbimbo I, Tranchita E, Minganti C, Ricciardi D, RL M, et al. Comparison of virtual reality rehabilitation and, conventional rehabilitation in Parkinson's disease: a randomised controlled trial. *Physiotherapy.* 2020;106:36–42.
 79. Norouzi-Gheidari N, Hernandez A, Archambault P, Higgins J, Poissant L, Kairy D. Feasibility, Safety and Efficacy of a Virtual Reality Exergame System to Supplement Upper Extremity Rehabilitation Post-Stroke: A Pilot Randomized Clinical Trial and Proof of Principle. *Int J Env Res Public Heal.* 2019;17(1):113.
 80. Liao Y-Y, Tseng H-Y, Lin Y-J, Wang C-J, Hsu W-C. Using virtual reality-based training to improve cognitive function, instrumental activities of daily living and neural efficiency in older adults with mild cognitive impairment. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2020;56(1):47–57.
 81. Kannan L, Vora J, Bhatt T, Hughes S. Cognitive-motor exergaming for reducing fall risk in people with chronic stroke: A randomized controlled trial. *NeuroRehabilitation.* 2019;44(4):493–510.
 82. Punt IM, Armand S, Ziltener J-L, Allet L.

- Effect of Wii Fit™ exercise therapy on gait parameters in ankle sprain patients: A randomized controlled trial. *Gait Posture*. 2017;58:52–8.
83. Kim K, Choi B, Lim W. The efficacy of virtual reality assisted versus traditional rehabilitation intervention on individuals with functional ankle instability: a pilot randomized controlled trial. *Disabil Rehabil Assist Technol*. 2019;14(3):276–80.
84. Gianola S, Stucovitz E, Castellini G, Mascali M, Vanni F, Tramacere I, et al. Effects of early virtual reality-based rehabilitation in patients with total knee arthroplasty A randomized controlled trial. *Medicine (Baltimore)*. 2020;99(7).
85. Spiegel B, Fuller G, Lopez M, Dupuy T, Noah B, Howard A, et al. Virtual reality for management of pain in hospitalized patients: A randomized comparative effectiveness trial. *PLoS One*. 2019;14(8).
86. Lee SH, Park G, Cho DY, Kim HY, Lee J-Y, Kim S, et al. Comparisons between end-effector and exoskeleton rehabilitation robots regarding upper extremity function among chronic stroke patients with moderate to-severe upper limb impairment. *Sci Rep*. 2020;10(1).
87. Qian Z, Bi Z. Recent Development of Rehabilitation Robots. *Adv Mech Eng*. 2015;7(2).
88. Bruni MF, Melegari C, De Cola MC, Bramanti A, Bramanti P, Calabrò RS. What does best evidence tell us about robotic gait rehabilitation in stroke patients: A systematic review and meta-analysis. *J Clin Neurosci*. 2018;48:11–17.
89. Bertani R, Melegari C, De Cola M, Bramanti A, Bramanti P, Calabrò R. Effects of robot-assisted upper limb rehabilitation in stroke patients: a systematic review with meta-analysis. *Neurol Sci*. 2017;38:1561–1569.
90. Kim MS, Kim SH, Noh SE, Bang HJ, Lee KM. Robotic-Assisted Shoulder Rehabilitation Therapy Effectively Improved Poststroke Hemiplegic Shoulder Pain: A Randomized Controlled Trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2019;100(6).
91. Holanda LJ, Silva PMM, Amorim TC, Lacerda MO, Simão CR, Morya E. Robotic assisted gait as a tool for rehabilitation of individuals with spinal cord injury: A systematic review. *J Neuroeng Rehabil*. 2017;14(1).