

FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON ALANINDA AKADEMİK TARTIŞMALAR

Editör: Dr. Öğr.Üyesi Derya AZİM

yaz
yayınları

Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Alanında Akademik Tartışmalar

Editör

Dr. Öğr.Üyesi Derya AZİM

yaz
yayınları

2026

**Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Alanında
Akademik Tartışmalar**

Editör: Dr. Öğr.Üyesi Derya AZİM

© YAZ Yayınları

Bu kitabın her türlü yayın hakkı Yaz Yayınları'na aittir, tüm hakları saklıdır. Kitabın tamamı ya da bir kısmı 5846 sayılı Kanun'un hükümlerine göre, kitabı yayınlayan firmanın önceden izni alınmaksızın elektronik, mekanik, fotokopi ya da herhangi bir kayıt sistemiyle çoğaltılamaz, yayınlanamaz, depolanamaz.

E_ISBN 978-625-8996-82-1

Haziran 2026 – Afyonkarahisar

Dizgi/Mizanpaj: YAZ Yayınları

Kapak Tasarım: YAZ Yayınları

YAZ Yayınları. Yayıncı Sertifika No: 73086

M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3
İscehisar/AFYONKARAHİSAR

www.yazyayinlari.com

yazyayinlari@gmail.com

İÇİNDEKİLER

- Postmenopozal Dönemde Uygulanan Egzersiz Yaklaşımları: Pilates Egzersizlerinin Yeri ve Önemi.....1**
Merve YİĞİT KOCAMER, Esra ATILGAN
- Karpal Tünel Sendromunda Geleneksel Fizyoterapi Yaklaşımları25**
Ümmühan YILMAZ, Nezahat AKIN, Ayça ARACI, Ali CİMBİZ
- Physiotherapy and Rehabilitation in Type 2 Diabetes: Effects on Functional Status, Glycemic Control, and Quality of Life.....51**
Mehmet ÇAKIROĞLU
- The Evolution and Transformation of Exoskeleton Applications in Spinal Cord Injury Rehabilitation (2000 to Present): A Narrative Review71**
Mehmet SÖNMEZ
- Polyendocrine Metabolic Ovary Syndrome and Exercises91**
Naciye Dilruba TEKTAŞ GÜLBİL
- Well-Being and Physical Activity110**
Naciye Dilruba TEKTAŞ GÜLBİL
- Kronik Boyun Ağrısında Konservatif Rehabilitasyon Stratejileri: Stabilizasyon Egzersizleri, Kinezyo Bantlama ve Masaj125**
Abdullah SARI

"Bu kitapta yer alan bölümlerde kullanılan kaynakların, görüşlerin, bulguların, sonuçların, tablo, şekil, resim ve her türlü içeriğin sorumluluğu yazar veya yazarlarına ait olup ulusal ve uluslararası telif haklarına konu olabilecek mali ve hukuki sorumluluk da yazarlara aittir."

POSTMENOPOZAL DÖNEMDE UYGULANAN EGZERSİZ YAKLAŞIMLARI: PİLATES EGZERSİZLERİNİN YERİ VE ÖNEMİ¹

Merve YİĞİT KOCAMER²

Esra ATILGAN³

1. GİRİŞ

Menopoz, kadın yaşamında over fonksiyonlarının kalıcı olarak sona ermesiyle karakterize fizyolojik bir süreçtir ve ardışık 12 ay boyunca menstruasyonun görülmemesi şeklinde tanımlanmaktadır. Dünya genelinde yaşam süresinin uzamasıyla birlikte kadınlar yaşamlarının yaklaşık üçte birini postmenopozal dönemde geçirmektedir. Bu durum, menopoz ve postmenopozal döneme ilişkin sağlık sorunlarının önemini artırmakta ve bu dönemde kadın sağlığının korunmasına yönelik yaklaşımları ön plana çıkarmaktadır (1).

Postmenopozal dönemde östrojen düzeylerinde meydana gelen azalma; vazomotor semptomlar, uyku problemleri, kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları, kardiyovasküler hastalık riski, vücut kompozisyonunda değişiklikler, kilo artışı, depresif belirtiler ve yaşam kalitesinde azalma gibi çok sayıda fizyolojik ve psikolojik değişikliğe neden olabilmektedir. Özellikle fiziksel aktivite düzeyinin azalmasıyla birlikte abdominal obezite, kas

¹ Bu çalışma, yazarın “Postmenopozal Obezitede Pilates Egzersizlerinin Menopozal Semptomlar Üzerine Etkisinin Araştırılması” başlıklı doktora tezinden üretilmiştir.

² Öğretim Görevlisi Dr., Batman Üniversitesi, SHMYO, Sağlık Bakım Hizmetleri Bölümü, Yaşlı Bakım Programı, ORCID: 0000-0001-8468-139X.

³ Prof. Dr., Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Gülhane Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ortez ve Protez Bölümü, ORCID: 0000-0002-6381-5982.

kuvvetinde azalma, denge problemleri ve fonksiyonel kapasitede gerileme daha belirgin hale gelmektedir. Bu değişiklikler bireylerin günlük yaşam aktivitelerini, bağımsızlık düzeylerini ve genel iyilik halini olumsuz etkileyebilmektedir (2).

Postmenopozal dönemde ortaya çıkan semptomların yönetiminde farmakolojik tedavilerin yanı sıra non-farmakolojik yaklaşımlar da giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Özellikle egzersiz uygulamaları; kardiyovasküler sağlığın korunması, kas kuvveti ve esnekliğin artırılması, kemik mineral yoğunluğunun desteklenmesi, denge gelişiminin sağlanması ve psikolojik iyilik halinin artırılması açısından etkili yöntemler arasında yer almaktadır. Düzenli egzersizin menopozal semptomların şiddetini azaltabileceği, yaşam kalitesini artırabileceği ve sağlıklı yaşlanmayı destekleyebileceği bildirilmektedir. Postmenopozal dönemde aerobik egzersizler, direnç egzersizleri, esneklik ve denge egzersizleri ile yoga ve pilates gibi zihin-beden temelli egzersiz yaklaşımları yaygın olarak kullanılmaktadır. Son yıllarda özellikle pilates egzersizleri; kontrollü hareket yapısı, postüral kontrolü desteklemesi, core stabilizasyonunu geliştirmesi ve bireyin fiziksel farkındalığını artırması nedeniyle dikkat çekmektedir. Mat ve reformer pilates uygulamalarının kas kuvveti, esneklik, denge, vücut kompozisyonu ve psikolojik sağlık üzerine olumlu etkiler sağlayabileceği belirtilmektedir. Ayrıca pilates egzersizlerinin düşük etkili ve güvenli bir egzersiz yöntemi olması, postmenopozal kadınlar için uygulanabilirliğini artırmaktadır (3).

2. POSTMENOPOZAL DÖNEMDE GÖRÜLEN FİZYOLOJİK VE PSİKOLOJİK DEĞİŞİKLİKLER

Postmenopozal dönem, kadınlarda hormonal değişimlerin belirgin şekilde ortaya çıktığı ve birçok sistemin bu süreçten

etkilendiği bir dönemdir. Özellikle östrojen hormonundaki azalma; metabolik, kardiyovasküler, kas-iskelet sistemi ve psikolojik alanlarda önemli değişikliklere neden olmaktadır. Bu değişiklikler bireyin fiziksel fonksiyonlarını, günlük yaşam aktivitelerini ve yaşam kalitesini doğrudan etkileyebilmektedir.

2.1. Vazomotor Semptomlar

Vazomotor semptomlar postmenopozal dönemin en yaygın belirtileri arasında yer almaktadır. Sıcak basması, gece terlemeleri ve ani yüz kızarmaları kadınların günlük yaşamını olumsuz etkileyebilen temel semptomlardır. Özellikle gece terlemeleri uyku düzeninin bozulmasına neden olmakta, bu durum gün içerisinde yorgunluk, dikkat azalması ve irritabilite gibi problemlere yol açabilmektedir. Vazomotor semptomların şiddeti bireyler arasında farklılık göstermekle birlikte, yaşam kalitesini azaltan önemli bir sağlık problemi olarak kabul edilmektedir.

2.2. Kas-İskelet Sistemi Değişiklikleri

Postmenopozal dönemde östrojen seviyesindeki azalmaya bağlı olarak kas kütlesinde azalma, kas kuvvetinde gerileme ve kemik mineral yoğunluğunda düşüş meydana gelebilmektedir. Bu durum osteopeni ve osteoporoz gelişme riskini artırmaktadır. Özellikle vertebra, kalça ve el bileği kırıkları postmenopozal kadınlarda daha sık görülmektedir. Bunun yanında eklem sertliği, postüral bozukluklar ve hareket kısıtlılıkları bireylerin fonksiyonel bağımsızlığını olumsuz etkileyebilmektedir.

Kas kuvvetindeki azalma ile birlikte denge problemleri ve düşme riski de artmaktadır. Yaşlanma sürecine eşlik eden fiziksel inaktivite bu değişiklikleri daha belirgin hale getirebilmektedir. Bu nedenle kas-iskelet sistemi sağlığının korunması postmenopozal dönemde önemli hedeflerden biri olarak değerlendirilmektedir(4).

2.3. Metabolik ve Kardiyovasküler Değişiklikler

Postmenopozal dönemde bazal metabolizma hızında azalma ve yağ dağılımında değişiklikler meydana gelmektedir. Özellikle abdominal bölgede yağlanmanın artması obezite riskini artırmaktadır. Artan yağ dokusu insülin direnci, dislipidemi ve hipertansiyon gibi metabolik problemlerin gelişmesine katkıda bulunabilmektedir.

Östrojenin kardiyoprotektif etkisinin azalmasıyla birlikte kardiyovasküler hastalık riski de yükselmektedir. Postmenopozal kadınlarda koroner arter hastalığı, hipertansiyon ve ateroskleroz görülme sıklığının arttığı bildirilmektedir. Sedanter yaşam tarzı ve fiziksel aktivite eksikliği bu risk faktörlerini daha da artırabilmektedir(4).

2.4. Psikolojik Değişiklikler

Hormonal değişiklikler postmenopozal dönemde psikolojik sağlığı da etkileyebilmektedir. Depresif belirtiler, anksiyete, iritabilite, stres düzeyinde artış ve motivasyon kaybı sık görülen problemler arasında yer almaktadır. Uyku bozuklukları ve kronik yorgunluk psikolojik semptomların şiddetlenmesine katkıda bulunabilmektedir.

Bunun yanında fiziksel değişimlere bağlı olarak beden algısında bozulma ve özgüven kaybı gelişebilmektedir. Tüm bu faktörler sosyal yaşamı ve bireyin genel yaşam kalitesini olumsuz yönde etkileyebilmektedir(5).

2.5. Yaşam Kalitesi ve Fonksiyonel Durum

Postmenopozal dönemde ortaya çıkan fizyolojik ve psikolojik değişiklikler yaşam kalitesinde azalmaya neden olabilmektedir. Günlük yaşam aktivitelerinde zorlanma, fiziksel kapasitede gerileme, sosyal katılımın azalması ve bağımsızlığın etkilenmesi sık karşılaşılan durumlardır. Özellikle kronik ağrı,

yorgunluk ve hareket kısıtlılığı bireyin fonksiyonel durumunu olumsuz etkileyerek sedanter yaşam tarzını artırabilmektedir.

Bu dönemde sağlıklı yaşam alışkanlıklarının desteklenmesi ve düzenli fiziksel aktivitenin teşvik edilmesi; semptomların yönetimi, fonksiyonel kapasitenin korunması ve yaşam kalitesinin artırılması açısından büyük önem taşımaktadır(5).

3. POSTMENOPOZAL DÖNEMDE EGZERSİZİN ÖNEMİ

Postmenopozal dönemde meydana gelen hormonal, metabolik ve fonksiyonel değişiklikler kadın sağlığını çok yönlü olarak etkileyebilmektedir. Bu süreçte fiziksel aktivite düzeyinin azalması; obezite, kardiyovasküler hastalıklar, osteoporoz, kas kuvvetinde azalma ve fonksiyonel kapasitede gerileme gibi sağlık problemlerinin ortaya çıkmasına zemin hazırlamaktadır. Bu nedenle düzenli egzersiz, postmenopozal dönemde sağlığın korunması ve yaşam kalitesinin artırılması açısından temel yaklaşımlardan biri olarak kabul edilmektedir (6).

Egzersiz, kas-iskelet sistemi üzerinde olumlu etkiler sağlayarak kas kuvvetinin korunmasına ve artırılmasına katkıda bulunmaktadır. Düzenli fiziksel aktivitenin kemik mineral yoğunluğunu desteklediği, osteoporoz riskini azalttığı ve düşme riskini azaltarak fonksiyonel bağımsızlığın sürdürülmesine yardımcı olduğu bildirilmektedir. Özellikle ağırlık aktarımlı egzersizler ve direnç egzersizleri kemik sağlığının korunmasında önemli rol oynamaktadır(7,8).

Postmenopozal dönemde görülen metabolik değişikliklerin yönetiminde de egzersiz önemli bir yere sahiptir. Düzenli egzersizin enerji harcamasını artırarak kilo kontrolünü desteklediği, abdominal yağlanmayı azalttığı ve vücut

kompozisyonu üzerinde olumlu etkiler oluşturduğu belirtilmektedir. Ayrıca fiziksel aktivitenin glukoz metabolizmasını düzenlediği, insülin duyarlılığını artırdığı ve lipid profilini iyileştirebildiği ifade edilmektedir. Bu etkiler kardiyovasküler hastalık riskinin azaltılması açısından önem taşımaktadır(8).

Egzersiz psikolojik sağlık üzerindeki etkileri de postmenopozal kadınlar açısından dikkat çekmektedir. Düzenli fiziksel aktivitenin depresif belirtileri azaltabildiği, stres düzeyini düşürdüğü ve psikolojik iyilik halini desteklediği bildirilmektedir. Egzersiz sırasında salgılanan endorfinler bireyin ruh halini olumlu yönde etkileyebilmekte, sosyal katılımın artması ise yaşam kalitesine katkı sağlayabilmektedir. Bunun yanında düzenli egzersizin uyku kalitesini artırabileceği ve kronik yorgunluk hissini azaltabileceği belirtilmektedir.

Postmenopozal dönemde uygulanan egzersiz programlarının bireyin fiziksel kapasitesi, sağlık durumu ve mevcut semptomlarına uygun şekilde planlanması gerekmektedir (9). Egzersiz reçetesi oluşturulurken yaş, eşlik eden hastalıklar, fiziksel uygunluk düzeyi ve bireysel hedefler dikkate alınmalıdır. Düzenli ve sürdürülebilir egzersiz alışkanlığının kazandırılması, uzun dönem sağlık sonuçlarının iyileştirilmesi açısından önemlidir.

Son yıllarda yalnızca fiziksel kapasiteyi geliştirmeye yönelik değil, aynı zamanda beden farkındalığını ve zihinsel iyilik halini destekleyen egzersiz yaklaşımlarına olan ilgi artmıştır. Aerobik egzersizler, direnç egzersizleri, esneklik ve denge egzersizlerinin yanı sıra yoga ve pilates gibi zihin-beden temelli uygulamalar postmenopozal kadınlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle pilates egzersizleri; düşük etkili yapısı, postüral kontrolü desteklemesi, kas kuvveti ve esnekliği

artırabilmesi nedeniyle postmenopozal dönemde dikkat çeken egzersiz yöntemlerinden biri haline gelmiştir (10).

4. POSTMENOPOZAL DÖNEMDE UYGULANAN EGZERSİZ YAKLAŞIMLARI

Postmenopozal dönemde görülen fizyolojik ve psikolojik değişikliklerin yönetiminde düzenli egzersiz uygulamaları önemli bir yere sahiptir. Egzersiz programları bireyin sağlık durumu, fiziksel kapasitesi, semptom şiddeti ve fonksiyonel gereksinimleri doğrultusunda planlanmalıdır. Bu dönemde uygulanan egzersiz yaklaşımları genel olarak aerobik egzersizler, direnç egzersizleri, esneklik ve denge egzersizleri ile zihin-beden temelli egzersizler şeklinde sınıflandırılmaktadır (11).

4.1. Aerobik Egzersizler

Aerobik egzersizler büyük kas gruplarının ritmik ve sürekli şekilde çalıştırıldığı fiziksel aktiviteleri kapsamaktadır. Yürüme, koşu, bisiklet, yüzme ve dans gibi aktiviteler aerobik egzersizlere örnek olarak gösterilebilmektedir. Postmenopozal dönemde aerobik egzersizlerin kardiyovasküler dayanıklılığı artırdığı, enerji harcamasını desteklediği ve kilo kontrolüne katkı sağladığı bildirilmektedir.

Düzenli aerobik egzersizin abdominal yağlanmayı azaltabildiği, lipid profilini iyileştirebildiği ve hipertansiyon riskini düşürebildiği belirtilmektedir. Bunun yanında aerobik egzersizlerin glukoz metabolizması üzerinde olumlu etkiler sağlayarak insülin duyarlılığını artırabileceği ifade edilmektedir. Psikolojik açıdan değerlendirildiğinde ise düzenli yürüyüş ve benzeri aktivitelerin stres düzeyini azaltabildiği, depresif belirtileri hafifletebildiği ve yaşam kalitesini artırabildiği bildirilmektedir.

Postmenopozal kadınlarda düşük ve orta şiddetli aerobik egzersizlerin güvenli ve uygulanabilir olduğu belirtilmektedir. Ancak egzersiz şiddeti ve süresi bireyin kardiyovasküler kapasitesine göre düzenlenmelidir (12).

4.2. Direnç Egzersizleri

Direnç egzersizleri kas kuvveti ve kas dayanıklılığını artırmaya yönelik uygulanan egzersizlerdir. Serbest ağırlıklar, direnç bantları, makineler veya vücut ağırlığı kullanılarak gerçekleştirilebilmektedir. Postmenopozal dönemde östrojen düzeyindeki azalmaya bağlı olarak kas kütlesinde ve kas kuvvetinde azalma meydana gelmektedir. Bu nedenle direnç egzersizleri kas-iskelet sistemi sağlığının korunmasında önemli bir yere sahiptir.

Düzenli direnç egzersizlerinin kas kuvvetini artırdığı, fonksiyonel kapasiteyi geliştirdiği ve günlük yaşam aktivitelerinde bağımsızlığı desteklediği bildirilmektedir. Ayrıca kemik üzerine oluşturduğu mekanik yüklenme sayesinde kemik mineral yoğunluğunu destekleyebildiği ve osteoporoz riskini azaltabildiği belirtilmektedir.

Direnç egzersizlerinin metabolik sağlık üzerinde de olumlu etkileri bulunmaktadır. Kas kütlesindeki artışın bazal metabolizma hızını desteklediği ve vücut kompozisyonunun iyileştirilmesine katkı sağladığı ifade edilmektedir. Bunun yanında denge performansını geliştirmesi nedeniyle düşme riskinin azaltılmasına yardımcı olabilmektedir (13).

4.3. Esneklik ve Denge Egzersizleri

Postmenopozal dönemde eklem hareket açıklığında azalma, postüral değişiklikler ve denge problemleri görülebilmektedir. Esneklik egzersizleri kasların elastikiyetini artırmayı ve eklem hareket açıklığını korumayı amaçlamaktadır.

Germe egzersizleri düzenli uygulandığında hareket kabiliyetini artırabilmekte ve kas sertliğini azaltabilmektedir (13,14).

Denge egzersizleri ise proprioseptif kontrolü geliştirerek düşme riskinin azaltılmasına katkıda bulunmaktadır. Özellikle ileri yaşla birlikte düşme riskinin artması, denge eğitimini postmenopozal dönemde önemli hale getirmektedir. Tek ayak duruş çalışmaları, denge tahtası uygulamaları ve koordinasyon egzersizleri sık kullanılan yöntemler arasında yer almaktadır.

Esneklik ve denge egzersizlerinin günlük yaşam aktivitelerinde güvenli hareket etmeyi desteklediği, fonksiyonel bağımsızlığı artırdığı ve yaşam kalitesine olumlu katkılar sağladığı bildirilmektedir.

4.4. Zihin-Beden Temelli Egzersizler

Zihin-beden temelli egzersizler fiziksel hareketleri nefes kontrolü, konsantrasyon ve beden farkındalığı ile birleştiren uygulamalardır. Yoga, tai chi ve pilates bu egzersiz yaklaşımları arasında yer almaktadır. Son yıllarda postmenopozal kadınlarda bu yöntemlere olan ilgi giderek artmaktadır.

Bu egzersizlerin yalnızca fiziksel kapasiteyi değil, aynı zamanda psikolojik iyilik halini de desteklediği belirtilmektedir. Düzenli uygulamaların stres düzeyini azaltabildiği, gevşemeyi desteklediği ve uyku kalitesini artırabildiği ifade edilmektedir. Ayrıca denge, postür, kas kuvveti ve esneklik üzerinde olumlu etkiler oluşturabildiği bildirilmektedir (15).

Zihin-beden egzersizleri arasında pilates, kontrollü hareket yapısı ve core stabilizasyonuna odaklanması nedeniyle postmenopozal dönemde öne çıkan uygulamalardan biri haline gelmiştir (16). Mat ve reformer pilates uygulamalarının bireyin fiziksel fonksiyonlarını geliştirebildiği, postüral kontrolü artırabildiği ve menopozal semptomların yönetimine katkı sağlayabildiği düşünülmektedir. Bu nedenle pilates egzersizleri

postmenopozal dönemde giderek daha yaygın şekilde tercih edilmektedir.

5. PİLATES EGZERSİZLERİ

Pilates egzersizleri, beden farkındalığını artırmayı, postüral kontrolü geliştirmeyi ve kaslar arasında dengeli bir aktivasyon sağlamayı amaçlayan zihin-beden temelli bir egzersiz yöntemidir. Joseph Pilates tarafından geliştirilen bu yöntem; kontrollü hareket, doğru nefes kullanımı ve konsantrasyon prensiplerine dayanmaktadır (17). Günümüzde pilates egzersizleri rehabilitasyon programlarında, sporcu eğitimlerinde ve sağlıklı yaşam uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Postmenopozal dönemde görülen kas kuvveti kaybı, denge problemleri, postüral değişiklikler ve fiziksel inaktivite göz önünde bulundurulduğunda pilates egzersizleri bu dönemde uygulanabilecek uygun yöntemlerden biri olarak değerlendirilmektedir. Pilates egzersizlerinin düşük etkili yapısı, kontrollü hareketlerden oluşması ve bireysel düzeye uyarlanabilmesi postmenopozal kadınlarda uygulanabilirliğini artırmaktadır (18).

5.1. Pilatesin Temel Prensipleri

Pilates yöntemi belirli temel prensipler üzerine kurulmuştur. Bu prensipler konsantrasyon, kontrol, merkezleme, nefes, akıcılık ve hassasiyet olarak tanımlanmaktadır. Egzersizlerin kontrollü şekilde uygulanması hareket kalitesini artırmakta ve doğru kas gruplarının aktivasyonunu desteklemektedir (18).

Merkezleme prensibi özellikle core bölgesi olarak tanımlanan abdominal, lomber ve pelvik kasların aktivasyonuna odaklanmaktadır. Core stabilizasyonunun geliştirilmesi postüral

kontrolün sağlanmasına, omurga stabilitesinin korunmasına ve fonksiyonel hareketlerin desteklenmesine katkıda bulunmaktadır. Nefes kontrolü ise egzersiz sırasında kas aktivasyonunu desteklemekte ve gevşemeyi kolaylaştırmaktadır.

Pilates egzersizlerinde hareketlerin yavaş, kontrollü ve bilinçli şekilde uygulanması hedeflenmektedir. Bu durum bireyin beden farkındalığını artırırken yaralanma riskinin azaltılmasına da katkı sağlayabilmektedir.

5.2. Mat Pilates

Mat pilates, egzersizlerin genellikle minder üzerinde ve vücut ağırlığı kullanılarak uygulandığı pilates türüdür. Bazı uygulamalarda direnç bandı, küçük top veya halka gibi yardımcı ekipmanlardan da yararlanılabilmektedir. Mat pilates egzersizleri core kaslarını güçlendirmeye, esnekliği artırmaya ve postüral kontrolü geliştirmeye yönelik hareketlerden oluşmaktadır.

Mat pilatesin postmenopozal kadınlarda kas kuvveti, denge ve esneklik üzerinde olumlu etkiler sağlayabildiği bildirilmektedir. Düzenli uygulamaların abdominal bölge kaslarını desteklediği, omurga stabilizasyonunu artırdığı ve günlük yaşam aktivitelerinde fonksiyonel performansı geliştirebildiği belirtilmektedir (18,19).

Bunun yanında mat pilates egzersizlerinin ekipman gereksiniminin az olması ve farklı ortamlarda uygulanabilmesi erişilebilirliğini artırmaktadır. Egzersizlerin bireyin fiziksel kapasitesine göre modifiye edilebilmesi de önemli avantajlar arasında yer almaktadır (19).

5.3. Reformer Pilates

Reformer pilates, yaylı direnç sistemine sahip özel ekipmanlar kullanılarak uygulanan pilates yöntemidir. Reformer cihazı hareketlere kontrollü direnç sağlayarak kas aktivasyonunu

artırabilmekte ve egzersizlerin farklı zorluk seviyelerinde uygulanmasına olanak tanımaktadır.

Reformer pilates egzersizleri özellikle kas kuvvetinin geliştirilmesi, postüral hizalanmanın desteklenmesi ve hareket kontrolünün artırılması açısından etkili olabilmektedir. Yay sisteminin sağladığı direnç sayesinde egzersiz yoğunluğu bireysel ihtiyaçlara göre ayarlanabilmektedir. Bu durum postmenopozal kadınlarda güvenli ve kontrollü egzersiz uygulamalarına olanak sağlamaktadır (20).

Reformer pilatesin denge, koordinasyon ve esneklik üzerinde olumlu etkiler oluşturabileceği bildirilmektedir. Ayrıca eklem üzerine binen yükün kontrollü olması nedeniyle düşük etkili bir egzersiz yöntemi olarak değerlendirilmektedir. Bu özellikleri nedeniyle kas-iskelet sistemi problemleri bulunan bireylerde de tercih edilebilmektedir (21).

5.4. Pilatesin Fizyolojik ve Psikolojik Etkileri

Pilates egzersizlerinin düzenli uygulanmasının birçok fizyolojik ve psikolojik yarar sağlayabileceği belirtilmektedir. Kas kuvveti, esneklik, denge ve postür üzerinde olumlu etkiler oluşturmasının yanı sıra vücut kompozisyonunun iyileştirilmesine de katkı sağlayabileceği bildirilmektedir. Özellikle abdominal bölge kaslarının aktivasyonu sayesinde core stabilizasyonunun geliştiği ifade edilmektedir (22).

Pilates egzersizlerinin solunum kontrolünü desteklediği, hareket koordinasyonunu geliştirdiği ve fonksiyonel kapasiteyi artırabildiği belirtilmektedir. Bunun yanında beden farkındalığını artırması ve kontrollü hareket yapısı sayesinde bireyin kendine güvenini olumlu yönde etkileyebilmektedir (23).

Psikolojik açıdan değerlendirildiğinde ise pilates egzersizlerinin stres düzeyini azaltabildiği, gevşemeyi desteklediği ve yaşam kalitesini artırabildiği bildirilmektedir.

Düzenli pilates uygulamalarının depresif belirtiler ve anksiyete düzeyi üzerinde olumlu etkiler oluşturabileceği ifade edilmektedir. Bu nedenle pilates egzersizleri postmenopozal dönemde hem fiziksel hem de psikolojik sağlığın desteklenmesinde önemli bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir.

6. PİLATES EGZERSİZLERİNİN POSTMENOPOZAL DÖNEMDEKİ ETKİLERİ

Postmenopozal dönemde görülen hormonal değişiklikler kadınların fiziksel, metabolik ve psikolojik sağlığını önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Son yıllarda pilates egzersizlerinin bu dönemde ortaya çıkan semptomların yönetiminde etkili bir yöntem olabileceği üzerinde durulmaktadır. Pilates egzersizlerinin düşük etkili yapısı, kontrollü hareketlerden oluşması ve bireyin fiziksel kapasitesine göre uyarlanabilmesi postmenopozal kadınlarda uygulanabilirliğini artırmaktadır (24).

6.1. Menopozal Semptomlar Üzerine Etkileri

Postmenopozal kadınlarda sıcak basması, gece terlemeleri, yorgunluk, uyku problemleri ve emosyonel değişiklikler sık görülen semptomlar arasında yer almaktadır. Düzenli pilates egzersizlerinin menopozal semptomların şiddetini azaltabileceği bildirilmektedir. Pilates sırasında uygulanan kontrollü nefes teknikleri ve ritmik hareketlerin gevşemeyi desteklediği ve stres düzeyini azaltabildiği ifade edilmektedir (24,25).

Ayrıca düzenli fiziksel aktivitenin dolaşım sistemi üzerinde olumlu etkiler oluşturmasının vazomotor semptomların kontrolüne katkı sağlayabileceği düşünülmektedir. Pilates egzersizlerinin bireyin fiziksel aktivite düzeyini artırarak genel iyilik halini desteklediği belirtilmektedir.

6.2. Vücut Kompozisyonu Üzerine Etkileri

Postmenopozal dönemde hormonal değişimlere bağlı olarak vücut yağ oranında artış ve özellikle abdominal bölgede yağlanma görülebilmektedir. Bunun yanında fiziksel aktivite düzeyindeki azalma kilo kontrolünü zorlaştırabilmektedir. Pilates egzersizlerinin enerji harcamasını desteklediği ve kas aktivasyonunu artırdığı bildirilmektedir (25).

Düzenli pilates uygulamalarının vücut ağırlığı, beden kitle indeksi ve vücut yağ yüzdesi üzerinde olumlu etkiler oluşturabileceği belirtilmektedir. Özellikle core bölgesine yönelik egzersizlerin abdominal kas aktivasyonunu artırarak postür kontrol ve vücut farkındalığını geliştirebildiği ifade edilmektedir. Bunun yanında kas kütlelerinin korunmasına katkı sağlaması metabolik sağlığın desteklenmesi açısından önem taşımaktadır.

6.3. Kas Kuvveti ve Esneklik Üzerine Etkileri

Kas kuvvetindeki azalma postmenopozal dönemde sık karşılaşılan problemlerden biridir. Pilates egzersizleri kontrollü direnç oluşturarak özellikle core kasları başta olmak üzere birçok kas grubunun aktif şekilde çalışmasını sağlamaktadır. Düzenli pilates uygulamalarının alt ekstremit ve gövde kas kuvvetini artırabileceği bildirilmektedir.

Pilates egzersizlerinin esneklik üzerinde de olumlu etkileri bulunmaktadır. Egzersizler sırasında uygulanan kontrollü germe hareketleri eklem hareket açıklığını artırabilmekte ve kas sertliğini azaltabilmektedir. Artan esneklik günlük yaşam aktivitelerinin daha rahat gerçekleştirilmesine katkı sağlayabilmektedir (26).

6.4. Denge ve Fonksiyonel Kapasite Üzerine Etkileri

Postmenopozal dönemde kas kuvveti kaybı ve proprioseptif duyuda azalma nedeniyle denge problemleri görülebilmektedir. Denge performansındaki azalma düşme riskini

artırmakta ve fonksiyonel bağımsızlığı olumsuz etkileyebilmektedir. Pilates egzersizleri kontrollü postüral hareketler ve core stabilizasyonuna odaklanması nedeniyle denge gelişimini destekleyebilmektedir.

Düzenli pilates uygulamalarının statik ve dinamik denge performansını artırabileceği bildirilmektedir. Bunun yanında koordinasyonun gelişmesine katkı sağlayarak günlük yaşam aktivitelerinde fonksiyonel kapasiteyi artırabileceği ifade edilmektedir. Özellikle reformer pilates uygulamalarında kontrollü direnç kullanılması hareket kontrolünün geliştirilmesine yardımcı olabilmektedir (26).

6.5. Psikolojik Sağlık ve Yaşam Kalitesi Üzerine Etkileri

Postmenopozal dönemde depresif belirtiler, anksiyete, stres ve uyku problemleri yaşam kalitesini olumsuz etkileyebilmektedir. Pilates egzersizlerinin fiziksel yararlarının yanı sıra psikolojik sağlık üzerinde de olumlu etkiler oluşturabileceği belirtilmektedir.

Pilates sırasında uygulanan nefes kontrolü ve konsantrasyon teknikleri gevşemeyi desteklemekte ve zihinsel rahatlama sağlayabilmektedir. Düzenli egzersizin endorfin salınımını artırarak bireyin ruh halini olumlu yönde etkileyebileceği ifade edilmektedir. Ayrıca grup şeklinde gerçekleştirilen pilates uygulamaları sosyal etkileşimi artırarak psikososyal iyilik haline katkı sağlayabilmektedir (27).

Yaşam kalitesi açısından değerlendirildiğinde pilates egzersizlerinin fiziksel fonksiyonları desteklediği, ağrı düzeyini azaltabildiği ve bireyin günlük yaşam aktivitelerine katılımını artırabildiği bildirilmektedir. Bu nedenle pilates egzersizleri postmenopozal dönemde sağlıklı yaşlanmayı destekleyen önemli egzersiz yaklaşımlarından biri olarak değerlendirilmektedir.

7. FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON PERSPEKTİFİNDEN PİLATES YAKLAŞIMI

Postmenopozal dönemde fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamalarının temel amaçları; bireyin fonksiyonel kapasitesini korumak, yaşam kalitesini artırmak, kas-iskelet sistemi problemlerini önlemek ve bağımsız yaşamı desteklemektir. Bu süreçte egzersiz programlarının bireysel özelliklere göre planlanması büyük önem taşımaktadır. Yaş, fiziksel uygunluk düzeyi, mevcut sağlık problemleri, obezite durumu ve menopozal semptomların şiddeti egzersiz planlamasında dikkate alınması gereken temel faktörler arasında yer almaktadır.

Pilates egzersizleri, postmenopozal kadınlarda güvenli ve uygulanabilir bir yöntem olması nedeniyle fizyoterapi programlarında sık tercih edilen yaklaşımlardan biri haline gelmiştir. Kontrollü hareket yapısı sayesinde eklem üzerine aşırı yük binmesini önleyebilmekte ve farklı fiziksel kapasitelere sahip bireylere uyarlanabilmektedir. Özellikle düşük etkili egzersiz yapısı, osteoporoz riski taşıyan veya eklem problemleri bulunan kadınlarda önemli avantaj sağlamaktadır (28).

Fizyoterapistler tarafından planlanan pilates programlarında core stabilizasyonunun geliştirilmesi, postüral kontrolün artırılması, denge becerilerinin desteklenmesi ve fonksiyonel hareket kapasitesinin korunması hedeflenmektedir. Bunun yanında egzersizlerin düzenli ve kontrollü uygulanması bireyin egzersize uyumunu artırabilmekte ve uzun dönem fiziksel aktivite alışkanlığının kazanılmasına katkı sağlayabilmektedir (29).

Postmenopozal kadınlarda egzersiz reçetesi oluşturulurken egzersiz sıklığı, süresi ve şiddeti bireysel toleransa uygun şekilde düzenlenmelidir. Özellikle sedanter bireylerde düşük şiddetli uygulamalarla başlanması ve programın kademeli olarak ilerletilmesi önerilmektedir. Egzersiz sırasında doğru nefes

kontrolünün sağlanması, uygun postürün korunması ve hareketlerin kontrollü şekilde uygulanması yaralanma riskinin azaltılması açısından önemlidir (30).

Pilates egzersizlerinin aerobik ve direnç egzersizleri ile birlikte kullanılması daha kapsamlı sonuçlar sağlayabilmektedir. Multidisipliner yaklaşım doğrultusunda düzenlenen egzersiz programlarının fiziksel sağlığın yanı sıra psikolojik iyilik halini de desteklediği bildirilmektedir. Bu nedenle pilates uygulamaları postmenopozal dönemde koruyucu ve rehabilite edici yaklaşımlar arasında önemli bir yere sahiptir (31,32).

8. SONUÇ

Postmenopozal dönem, kadınlarda hormonal değişikliklerle birlikte birçok fizyolojik ve psikolojik problemin ortaya çıkabildiği önemli bir yaşam evresidir. Bu dönemde görülen kas kuvveti kaybı, denge problemleri, obezite, kardiyovasküler risk artışı, uyku bozuklukları ve yaşam kalitesindeki azalma bireylerin günlük yaşamını olumsuz etkileyebilmektedir. Düzenli egzersiz uygulamaları ise bu problemlerin önlenmesi ve yönetilmesinde etkili non-farmakolojik yaklaşımlar arasında yer almaktadır.

Aerobik egzersizler, direnç egzersizleri, esneklik ve denge çalışmaları ile zihin-beden temelli egzersizler postmenopozal dönemde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu egzersiz yaklaşımları arasında pilates, kontrollü hareket yapısı, düşük etkili uygulama özelliği ve beden farkındalığını artırması nedeniyle dikkat çekmektedir.

Pilates egzersizlerinin kas kuvveti, esneklik, denge, postür ve fonksiyonel kapasite üzerinde olumlu etkiler sağlayabileceği; ayrıca menopozal semptomların azaltılması, psikolojik iyilik halinin desteklenmesi ve yaşam kalitesinin artırılmasına katkıda

bulunabileceği bildirilmektedir. Özellikle mat ve reformer pilates uygulamalarının bireysel ihtiyaçlara göre uyarlanabilmesi postmenopozal kadınlarda uygulanabilirliğini artırmaktadır.

Sonuç olarak pilates egzersizleri, postmenopozal dönemde kadın sağlığının korunması ve geliştirilmesinde etkili, güvenli ve bütüncül bir egzersiz yaklaşımı olarak değerlendirilmektedir. Ancak egzersiz programlarının bireysel özellikler doğrultusunda planlanması ve uzman eşliğinde uygulanması önem taşımaktadır. Bu alanda yapılacak daha kapsamlı çalışmalar pilates egzersizlerinin uzun dönem etkilerinin daha iyi anlaşılmasına katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

1. Patel V, Ross S, Sydora BC. Assessing young adults' menopause knowledge to increase understanding of symptoms and help improve quality of life for women going through menopause; a student survey. *BMC Womens Health*. 2023 Sep 15;23(1):493. doi: 10.1186/s12905-023-02641-4. PMID: 37715143; PMCID: PMC10504692.
2. Gatenby C, Simpson P. Menopause: Physiology, definitions, and symptoms. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab*. 2024 Jan;38(1):101855. doi: 10.1016/j.beem.2023.101855. Epub 2023 Dec 21. PMID: 38171939.
3. Duralde ER, Sobel TH, Manson JE. Management of perimenopausal and menopausal symptoms. *BMJ*. 2023 Aug 8;382:e072612. doi: 10.1136/bmj-2022 072612. Erratum in: *BMJ*. 2023 Aug 29;382:p1977. doi: 10.1136/bmj.p1977. Erratum in: *BMJ*. 2023 Nov 13;383:p2636. doi: 10.1136/bmj.p2636. PMID: 37553173.
4. Liu HF, Meng DF, Yu P, De JC, Li HY. Obesity and risk of fracture in postmenopausal women: a meta-analysis of cohort studies. *Ann Med*. 2023 Dec;55(1):2203515. doi: 10.1080/07853890.2023.2203515. PMID: 37190975; PMCID: PMC10190183.
5. Greco F, Tarsitano MG, Cosco LF, Quinzi F, Folino K, Spadafora M, Afzal M, Segura-Garcia C, Maurotti S, Pujia R, Pujia A, Buono P, Emerenziani GP. The Effects of Online Home-Based Pilates Combined with Diet on Body Composition in Women Affected by Obesity: A Preliminary Study. *Nutrients*. 2024 Mar 21;16(6):902.

doi: PMC10974455. 10.3390/nu16060902. PMID: 38542813; PMCID:

6. Park HY, Jung K, Jung WS, Kim SW, Kim J, Lim K. Effects of Online Pilates and Face-to-Face Pilates Intervention on Body Composition, Muscle Mechanical Properties, Cardiometabolic Parameters, Mental Health, and Physical Fitness in Middle-Aged Women with Obesity. *Healthcare (Basel)*. 2023 Oct 19;11(20):2768. doi: 10.3390/healthcare11202768. PMID: 37893842; PMCID: PMC10606084.
7. Erdélyi A, Pálfi E, Túú L, Nas K, Szűcs Z, Török M, Jakab A, Várbiro S. The Importance of Nutrition in Menopause and Perimenopause-A Review. *Nutrients*. 2023 Dec 21;16(1):27. doi: 10.3390/nu16010027. PMID: 38201856; PMCID: PMC10780928.
8. Peacock K, Carlson K, Ketvertis KM. Menopause. 2023 Dec 21. In: *StatPearls [Internet]*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan-. PMID: 29939603.
9. Rautenberg TA, Ng SKA, Downes M. A cross-sectional study of symptoms and health-related quality of life in menopausal-aged women in China. *BMC Womens Health*. 2023 Nov 1;23(1):563. doi: 10.1186/s12905-023-02728-y. PMID: 37915020; PMCID: PMC10621238.
10. Metcalf CA, Duffy KA, Page CE, Novick AM. Cognitive Problems in Perimenopause: A Review of Recent Evidence. *Curr Psychiatry Rep*. 2023 Oct;25(10):501-511. doi: 10.1007/s11920-023-01447-3. Epub 2023 Sep 27. PMID: 37755656; PMCID: PMC10842974.
11. Witten T, Staszkiwicz J, Gold L, Granier MA, Klapper RJ, Lavespere G, Dorius B, Allampalli V, Ahmadzadeh S, Shekoohi S, Kaye AD, Varrassi G. Nonhormonal

- Pharmacotherapies for the Treatment of Postmenopausal Vasomotor Symptoms. *Cureus*. 2024 Jan 17;16(1):e52467. doi: 10.7759/cureus.52467. PMID: 38371081; PMCID: PMC10870088.
12. Khan MS, Aouad R. The Effects of Insomnia and Sleep Loss on Cardiovascular Disease *SleepMedClin* 2017Jun;12(2):167-177. doi: 10.1016/j.jsmc.2017.01.005. Epub 2017 Mar 25. PMID: 28477772.
 13. Jeon GH. Insomnia in Postmenopausal Women: How to Approach and Treat It? *J Clin Med*. 2024 Jan 12;13(2):428. doi: 10.3390/jcm13020428. PMID: 38256562; PMCID: PMC10816958.
 14. Li J, Liu F, Liu Z, Li M, Wang Y, Shang Y, Li Y. Prevalence and associated factors of depression in postmenopausal women: a systematic review and meta-analysis. *BMC Psychiatry*. 2024 Jun 10;24(1):431. doi: 10.1186/s12888-024-05875-0. PMID: 38858633; PMCID: PMC11165857.
 15. Lewechi-Uke OT, Ajayi IO, Akinyemi JO. Abdominal obesity, serum estradiol and cardiovascular risk among Nigerian postmenopausal women: a cross-sectional study. *Afr Health Sci*. 2023 Sep;23(3):90-98. doi: 10.4314/ahs.v23i3.12. PMID: 38357122; PMCID: PMC10862626.
 16. Isenmann E, Kaluza D, Havers T, Elbeshausen A, Geisler S, Hofmann K, Flenker U, Diel P, Gavanda S. Resistance training alters body composition in middle-aged women depending on menopause - A 20-week control trial. *BMC Womens Health*. 2023 Oct 6;23(1):526. doi: 10.1186/s12905-023-02671-y. PMID: 37803287; PMCID: PMC10559623.

17. Welsh A, Hammad M, Piña IL, Kulinski J. Obesity and cardiovascular health. *Eur J Prev Cardiol.*2024 Jun 3;31(8):1026-1035. doi: 10.1093/eurjpc/zwae025. PMID: 38243826; PMCID: PMC11144464.
18. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
19. Keawtep P, Sungkarat S, Boripuntakul S, Sa-Nguanmoo P, Wichayanrat W, Chattipakorn SC, Worakul P. Effects of combined dietary intervention and physical-cognitive exercise on cognitive function and cardiometabolic health of postmenopausal women with obesity: a randomized controlled trial. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2024 Mar 5;21(1):28. doi: 10.1186/s12966-024-01580-z. PMID: 38443944; PMCID: PMC10913568.
20. Palacios S, Chedraui P, Sánchez-Borrego R, Coronado P, Nappi RE. Obesity and menopause. *Gynecol Endocrinol.* 2024 Dec;40(1):2312885. 10.1080/09513590.2024.2312885. Epub 2024 Feb 11. PMID: 38343134. doi:
21. Cienfuegos S, Gabel K, Kalam F, et al. Changes in body weight and metabolic risk during time restricted feeding in premenopausal versus postmenopausal women. *Exp Gerontol.* 2021;154:111545. doi:10.1016/j.exger.2021.111545.
22. Baltacı G, Aytar A. *Pilates–Eğitmenler için El Kitabı*, 2017.
23. Merlo JK, da Silva AV, Casonatto J, Ribeiro AS, de Oliveira Junior E, do Nascimento AP, de Oliveira RG, Buzzachera CF, da Silva RA, Aguiar AF. Effects of a Mat Pilates Exercise Program Associated with Photobiomodulation Therapy in Patients with Chronic Nonspecific Low Back Pain: A Randomized, Double Blind, Sham-Controlled

- Trial. *Healthcare (Basel)*. 2024 Jul 16;12(14):1416. doi: 10.3390/healthcare12141416. PMID: 39057559; PMCID: PMC11276592.
24. Kim HJ, Sung JH, Ryu JK, Jung HC, Wang J. Effect of Reformer Spring Resistance Modifications on Core Muscle Activity During Basic Core Muscle Exercises. *Healthcare (Basel)*. 2024 Dec 5;12(23):2447. doi: 10.3390/healthcare12232447. PMID: 39685069; PMCID: PMC11641042.
25. Lately P. (2001). The Pilates method: history and philosophy. *J. Bodyw. Mov. Ther.* 5,275–282.
26. Muscolino, J. E., & Cipriani, S. (2004). Pilates and the "powerhouse"- I. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 8(1), 15-24.
27. Xu H, Liu J, Li P, Liang Y. Effects of mind-body exercise on perimenopausal and postmenopausal women: a systematic review and meta-analysis. *Menopause*. 2024 May 1;31(5):457-467. doi: 10.1097/GME.0000000000002336. PMID: 38669625; PMCID: PMC11465887.
28. Lee H, Caguicla JM, Park S, Kwak DJ, Won DY, Park Y, Kim J, Kim M. Effects of 8-week Pilates exercise program on menopausal symptoms and lumbar strength and flexibility in postmenopausal women. *J Exerc Rehabil*. 2016 Jun 30;12(3):247-51. doi: 10.12965/jer.1632630.315. PMID: 27419122; PMCID: PMC4934971.
29. Ahmadinezhad M, Kargar M, Vizehfar F, Hadianfard MJ. Comparison of the Effect of Acupressure and Pilates-Based Exercises on Sleep Quality of Postmenopausal Women: A Randomized Controlled Trial. *Iran J Nurs Midwifery Res*. 2017 Mar-Apr;22(2):140-146. doi:

10.4103/1735-9066.205954. PMID: 28584553; PMCID: PMC5442996.

30. Elik M., Zgorzalewicz-Stachowiak M., Zeńczak-Praga K. (2019). Application of Pilates-based exercises in the treatment of chronic non-specific low back pain: state of the art. *Postgrad. Med. J.* 95, 41–45. 10.1136/postgradmedj-2018-135920
31. Morgen C. S., Sørensen T. I. A. (2014). Global trends in the prevalence of overweight and obesity. 10.1038/nrendo.2014.124 *Nat. Rev. Endocrinol.* 10, 513–514.
32. Wang Y, Chen Z, Wu Z, Ye X, Xu X. Pilates for Overweight or Obesity: A Meta Analysis *Front Physiol.* 2021 Mar 11;12:643455. doi: 10.3389/fphys.2021.643455. PMID: 33776797; PMCID: PMC7992419.

KARPAL TÜNEL SENDROMUNDA GELENEKSEL FİZYOTERAPİ YAKLAŞIMLARI¹

Ümmühan YILMAZ²

Nezahat AKIN³

Ayça ARACI⁴

Ali CİMBİZ⁵

1. GİRİŞ

Karpal tünel sendromu (KTS), median sinirin el bileği seviyesinde karpal tünel içerisinde kronik kompresyonu sonucu gelişen ve en yaygın periferik sinir tuzak nöropatisi olarak kabul edilen klinik bir tablodur. Toplumda görülme sıklığının %3–6 arasında değiştiği bildirilmekte olup, özellikle tekrarlayıcı el bileği hareketleri, bilgisayar kullanımının artışı ve ergonomik risk faktörlerinin yaygınlaşması ile birlikte KTS'nin prevalansında belirgin bir artış gözlenmektedir (Huisstede et al., 2018). Klinik olarak hastalar sıklıkla parestezi, uyuşma, gece artan ağrı ve kavrama gücünde azalma gibi semptomlarla başvurmakta; bu durum bireyin fonksiyonel kapasitesini, iş performansını ve

¹ Bu Kitap Bölümü Rumeli Üniversitesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı Tezsiz Yüksek Lisans Bitirme Semineri olarak sunulmuştur.

² Uzm. Fzt., Rumeli Üniversitesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, ORCID: 0000-0002-1089-3370.

³ Uzm. Fzt., Rumeli Üniversitesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, ORCID: 0009-0009-5563-6034.

⁴ Dr. Öğr. Üyesi, Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, ORCID:0000-0002-1089-3370.

⁵ Prof. Dr., Rumeli Üniversitesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, ORCID:0000-0003-1395-2767.

yaşam kalitesini önemli ölçüde etkilemektedir. KTS'nin patofizyolojisi yalnızca lokal sinir basısı ile sınırlı olmayıp; tendonlar, sinovyal dokular, fasyal yapılar, mikrovasküler dolaşım ve nörodinamik mekanizmaların etkileşimini içeren kompleks ve çok boyutlu bir süreçtir. Artan intratünel basınç, sinir kan akımında azalma, aksonal iletimde bozulma ve periferel sensitizasyon gibi mekanizmalar, klinik semptomların ortaya çıkmasında temel rol oynamaktadır (Huisstede et al., 2018). Bununla birlikte, median sinirin servikal bölgeden başlayarak brakial pleksus ve üst ekstremitte boyunca uzanan anatomik ve fasyal sürekliliği dikkate alındığında, patolojinin yalnızca lokal düzeyde değerlendirilmesinin yetersiz kalabileceği giderek daha fazla kabul görmektedir. Bu bağlamda, son yıllarda KTS'nin değerlendirme ve tedavisinde “bütüncül yaklaşım” kavramı ön plana çıkmaktadır. Özellikle nörodinamik disfonksiyonlar, fasyal kısıtlılıklar ve proksimal segmentlerdeki mekanik yüklenmelerin distal sinir kompresyonunu etkileyebileceği gösterilmiştir. Bu durum, tedavi yaklaşımlarının yalnızca karpal tünel bölgesine odaklanmak yerine, sinirin tüm seyri boyunca ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır (Basson et al., 2017). Konservatif tedavi yöntemleri, özellikle hafif ve orta şiddetteki KTS olgularında ilk basamak yaklaşım olarak önerilmektedir. Güncel sistematik derlemeler ve meta-analizler, cerrahi dışı yaklaşımların semptomların azaltılmasında ve fonksiyonel iyileşmenin sağlanmasında etkili olabileceğini göstermektedir (O'Connor et al., 2022; Moran et al., 2023). Bu kapsamda fizyoterapi uygulamaları; manuel terapi, nörodinamik mobilizasyon teknikleri, tendon ve sinir kaydırma egzersizleri, miyofasyal gevşetme yaklaşımları ve invaziv olmayan tamamlayıcı yöntemleri içeren geniş bir müdahale yelpazesini kapsamaktadır. Özellikle nörodinamik mobilizasyon tekniklerinin sinir kayganlığını artırarak intranöral basıncı azalttığı, manuel terapi uygulamalarının ise hem mekanik hem de nörofizyolojik düzeyde iyileşme sağladığı bildirilmektedir

(Basson et al., 2017; Moran et al., 2023). Bununla birlikte klinik uygulamada önemli bir sorun, tedavi yaklaşımlarının çoğunlukla lokal ve semptom odaklı olarak ele alınmasıdır. Oysa median sinirin servikal bölgeden başlayarak üst ekstremité boyunca uzanan anatomik, fasyal ve nörodinamik ilişkisi dikkate alındığında, tedavi stratejilerinin de bu bütüncül yapı üzerinden planlanması gerekmektedir. Bu yaklaşım, yalnızca semptomların azaltılmasını değil, aynı zamanda altta yatan biyomekanik ve nörofizyolojik mekanizmaların hedeflenmesini mümkün kılmaktadır. Bu bölümün amacı, karpal tünel sendromunda kullanılan geleneksel fizyoterapi yöntemlerini güncel bilimsel kanıtlar ışığında kapsamlı bir şekilde ele almak, uygulama prensiplerini detaylandırmak ve bu yaklaşımların etki mekanizmalarını bütüncül bir bakış açısıyla tartışmaktır. Ayrıca farklı tedavi yöntemlerinin birbirleriyle olan etkileşimleri ve kombine kullanımının klinik sonuçlara potansiyel katkıları da değerlendirilecektir.

2. UYGULAMALAR

2.1. Akupunktur

İlk olarak 7. yy'da Çinli doktor Sun Ssu-Mo tarafından yapılmış ve iğneleri Ah-Shi noktaları olarak isimlendirilen ağrılı noktalara uygulamıştır. Avrupa'ya tedavi amaçlı iğneleme 17. yy'da gelmiş olup 19. yy'da akupunktur ile ilgili kitaplar yayınlamaya başlamıştır (Srbely, J. Z., 2010; Baldry, P., 2002). Geleneksel Çin Akupunkturu meridyen felsefesine dayanarak vücuttaki enerji akışını düzenleme felsefesine dayanmaktadır. Çin tıbbı enerji akışının bloklanması ile hastalıkların başladığını ve bunun için uygun noktalara iğne yerleştirilerek enerji akışının yeniden sağlanması gerektiğini düşünmektedir (Chou, L. W., Kao, M. J., & Lin, J. G., 2012). KTS'de akupunktur tedavisinde lokal noktalar tedavi edilir. Özellikle panik atak çalışması

yapılır.El bileği seviyesinde Ht7,Lu9,P6,P7,dirsek seviyesinde ise medialde P3(Perikart 3) akupunktur noktalarına iğneleme yapılır.Ayrıca lokal noktalara ek olarak uzak noktalar olan omuz ağrı noktaları; TH14,Li4,Li15 ve hormon noktaları da eklenebilir.Hormon noktaları; servikal bölgede Gb20(C1 seviyesinde),B110 (C2 seviyesinde), kulakta shenmen noktası,başta yintang noktasına iğneleme yapılabilir. (Cımbız, A.,2023)



Şekli 1.a.



Şekli 1.b.



Şekil 1.c.



Şekil 1.d.



Şekil 1.e.

Şekil 1. KTS’de uygulanan akapunktur noktaları. Omuz ağrı noktaları (uzak noktalar) (a),Panik atak çalışması (Ht7,Lu9,P6,P7) (b), Perikart 3 noktası(medial epikondilde) (c), Yintang noktası(Hormon noktası) (d), Shenmen ve Gb20-B110(Hormon noktaları)(e).

2.2. Kuru İğneleme Yöntemi

Kuru iğneleme terapisi (KIT) nöromüsküler ağrı sendromlarının tedavisi amacıyla kas, ligament, tendon, subkutaneözfasia, skar dokusu, perferal sinirlere veya gergin neurovasküler ağlar üzerine yapılan akupunktur iğneleri olarak bilinen monofilamentler kalınlığında iğnelerin herhangi bir ilaç verilmeden tedavide kullanılmasıdır (Casanueva, B. ve diğerleri, 2014; Lewit, K., 1979)

Kuru iğneleme ile lokal ve yansıyan ağrıda azalma ile birlikte aktif hareket açıklığında artış, periferel/santral hiperaljezide azalma ve aktif tetik noktanın kimyasal çevresinde düzelme gözlenir (Özgül, A., 2014).

Kuru iğnelemenin tedavi edici etkisi, belirli tetik noktalarının mekanik olarak hasarlanmasına bağlı olduğu belirtilmektedir. Bu iğnelenme sonrasında ağrının azalması veya geçmesine "iğne etkisi" denir. En ağrılı noktaya uygulanan kuru iğne en güçlü şekilde ağrı kesici etkisine sahip olur. Kuru iğneleme tekniği oldukça basit bir yöntem olup iğneler çok ince ve paslanmaz çelikten yapılmıştır. İnce iğnelerin kullanılması çoklu girişime olanak sağlamaktadır. Spazm gelişmiş bir kasa giren iğne dirençle karşılaşır. Fibrotik bir dokuya girerse bu direnç daha fazla olur. Spazm gelişmiş bir kasa girildiğinde kasta fasikülasyon ve ardından gevşeme meydana gelir. Çözülmeyen spazmlar iğneyi tutar (iğne geri çekilirken bu rahatlıkla hissedilir). Bu şekilde tutulan iğneyi bir süre daha kasın içinde bırakmak (10-20 dakika) genellikle kasın gevşeyerek iğneyi bırakmasını (iğnenin kas içinden kolayca geri çekilebilmesini)

sağlar. En iyi sonuç gergin bantlar içindeki hassas ve ağrılı noktalara girilmesi ile alınır (Gunn, C. C., & Wall, P. D., 1996; Özkiriş, S., 2004).

İğneleme ile ağrının azalması hiperstimülasyon mekanizması ile açıklanmaktadır. Oluşan güçlü uyarı dorsal kök hücrelerinde duysal imput girişine sebep olur ve bu imputlar TN nosiseptörlerinden gelen ağrılı uyaranların yine spinal kordda bloke edilmesine sebep olur (Hong, C. Z., 2011).

Deriye temas eden iğne sinir sitemini uyarmakta serotonin, oksitonin ve melatonin gibi önemli hormonların salgılanmasını sağlamaktadır (Gunn, C. C., & Wall, P. D., 1996). Biyo-mekanik, kimyasal ve vasküler etkilerine ek olarak subkuteneus(non-muskuler) veya derin etkileri olduğu bilinmektedir (Langevin, H. M., ve diğerleri, 2006; Tough, E. A. ve diğerleri, 2009). Kas içindeki genel kan akımını artırdığı gözlemlenmiştir (Loaiza, L.A. ve diğerleri,2002; Sandberg, M. ve diğerleri, 2003; Shinbara, H. ve diğerleri, 2008)

Myofasiyal ağrı sendromu (MAS) ağrı, kas spazmı, aşırı duyarlılık, sertlik, hareket kısıtlılığı, güçsüzlük ve bazen otonomik bozukluktan oluşan, bir veya daha fazla kas ve/veya kası saran bağ dokusu içinde tetik noktalar adı verilen aşırı duyarlı noktaların varlığıyla karakterizedir (Çırpanlı, G., 1997). Tanımdanda anlaşıldığı gibi MAS'daki belirti ve bulguların kaynağı gergin kas bandı içinde yer alan tetik noktalardır. Tetik noktaların inaktivasyonu ve gergin kas bantlarının gevşetilmesinde birçok yöntem uygulanmaktadır (Kruse, R. A., & Christiansen, J. A., 1992; Rosen, N.B., 1993). İğneleme yöntemleri MAS tedavisinde en etkili yöntem olarak kabul edilmektedir (Borg, S. J., & Simons, D., 2002; Wheeler, A. H., 2004)

TN'ya yüzeysel ve derin olarak iki şekilde iğneleme yapılabilir. Yüzeysel uygulamada TN üzerinde 5-10 mm kadar

iğne doku içine ilerletilir. Derin uygulamada ise direk TN içerisine girilerek, lokal seyirme yanıtı için iğne içereyken manipüle edilmelidir. Baldry yüzeysel kuru iğnelemeyi komplikasyonlardan kaçınmak adına daha çok önermektedir (Bubnov, R.V., 2010).

KIT Ugulama Şekli ve Süresi: KIT uygulama süresi farklılık göstermektedir. Tetik nokta uygulamalarında lokal seyirme elde etmek önemlidir ve bunun süresi birkaç dakika sürmektedir. Genel olarak uygulamalarda süre 5 ile 40 dk arasındadır. Ortopedik vakalarda gün aşırı olacak şekilde 5 ile 10 seans tedavi programı planlanır (Gunn, C. C., & Wall, P. D., 1996; Dunnig, J. ve diğerleri, 2014).

2.2.1. Kuru İğnelemede Palpasyon

Karpal tünel sendromlu hastada kuru iğneleme yapılmadan önce median sinirin izlediği yol boyunca palpasyon yapılır. Tetik nokta ve gergin olan noktalar tespit edilir. Palpasyon yapılan yerler:

- * Boyun bölgesinde(C5-T1)(Scalen kaslar)
- * Pectoral kaslar
- * Biceps brachi
- * Pronotor teres
- * Membrana interossea
- * Flexor retinakulum
- * Parmaklar(özellikle tenar bölge(Cımbız A, 2023))



Şekil 2. Median sinirin üst ekstremitede boyunca palpasyon noktaları

2.2.1.1. Karpal Tünel Sendromun'da Kuru İğneleme Uygulaması

Palpasyon ile tespit edilen tetik noktalara iğneleme yapılır. Her bölge için iğne boyutları farklıdır.



Şekil 3. Median sinirin üst ekstremitede seyri boyunca tüm tetik noktaların iğnelenmiş hali.

* Servikal bölgedeki Scalen kaslar ve Multifideus kasları gibi kaslar üzerine 25 mm'lik veya 40 mm'lik iğne kullanılır.

* Pectoral kas üzerine iğneleme yapılırken 25 mm'lik iğne kullanılır (pnömotoraks riskinden dolayı). Dinamik de çalışılabilir.



Şekil 4. Servikal bölge ve pectoral kas tetik nokta kuru iğnelemesi

* Biceps kasına 25 - 40 mm'lik iğne ile uygulama yapılır.



Şekil 5. Biceps tetik nokta kuru iğnelemesi

* Pronator teres kasına 25 mm'lik iğne ile uygulama yapılır (Eğer medial epikondil etrafında bir hassasiyet varsa 13 mm'lik iğnelerle çiçek şeklinde iğneleme yapılabilir).

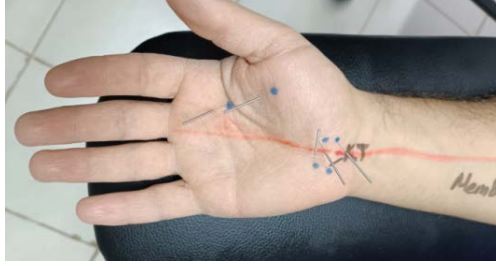
* Membran üzerine 25 mm'lik veya 40 mm'lik iğne ile (sinir ve damarlara dikkat ederek) iğneleme yapılabilir.



Şekil 6. Pronator teres ve membrana interossea tetik nokta kuru iğnelemesi

* Flexor retinakulum üzerine iğneleme yapılırken medain sinire denk gelmemesi için bilek orta hattın kaçınarak yanalara doğru eğik şekilde iğneleme yapılır. Uygulama esnasında 13 mm'lik iğne kullanılır.

* Elin tenar bölgesi başta olmak üzere atrofik ve hassas bölgelere 13'lik iğne ile uygulama yapılır.



Şekil 7. KT ve tenar bölge kuru iğneleme

KTS'de kuru iğneleme, myofasyal release teknikleri boyundan başlayarak yapılmalıdır. Buna bütüncül osteopatik manuel tedavi denir.(Cımbız, A., 2023)

2.3. Karpal Tunel Sendromunda Myofasiyal Release Uygulaması

Ağrı azaltmak, fonksiyonları iyileştirmek, miyofasyal kompleks gerginliğini azaltmak amaçlı farklı tekniklerle uygulanan düşük şiddetli uzun süreli germe işlemleridir. Hafif basınçla birlikte cilt üzerinden fasyal gevşetmeler yapılmak istenmektedir. Bu yöntemlerle miyofasyal kısalık ve gerginlikler ortadan kaldırılarak sinir, kan damarları gibi yapılar üzerindeki basıncı düzenlenebildiği savunulmaktadır (Ajimsha, M. S., Chithra, S., & Thulasyammal, R. P., 2012)

Kuru iğneleme sonrası spazm olmuş kasları gevşetmek için myofasiyal release tekniği kullanılır. Bunun için cilt dokusunu alerji etmeyecek bir yağ kullanılır.

Boyun bölgesinden (sinirin çıktığı yerden) trapez kasına doğru myofasiyal germe yapılarak başlanır.Daha sonra pectoral kas üzerine omza doğru olacak şekilde yapılır.(Hastadan hafif horizontal abduksiyon –adduksiyon istenir.)Biceps brachi üzerine geçilir,Hasta dirsek flexiyon-ekstensiyon hareketini yaparken dirseğe doğru myofasiyal uygulama yapılır.Daha sonra hasta el

bieği fleksiyon-ekstensiyon hareketi yaparken pronotor teres ve elin iç yüzeyine bileğe doğru myofasiyal uygulama yapılır.Sonra el bileği ekstensiyona getirilip gergin tutulup önkol üzerinde proksimale doğru ‘median sinir sağma ‘yapılır.Flexor retinakulum üzerinde orta hattan kenarlara doğru açma yapılır,avuç içinden bileğe doğru sinir sağma uygulanır.En son parmaklara myofasiyal yapılarak bitirilir.

Myofasiyal uygulama; her bölge için dokuda kızarıklık oluşana dek 1-3 dk arası uygulanır (Cımbız, A., 2023).

2.4. Osteopatik Manuel Terapi

Kelime anlamı olarak elle yapılan tedavi anlamına gelen manuel terapi; kas iskelet sistemi bozukluklarını ve ağrıyı tedavi etmek amacıyla kullanılmaktadır. Manuel terapi farklı basınçlarda uygulanan el hareketleri ve manevralardan oluşan bir tedavi yaklaşımıdır (Burke, J. Ve diğerleri, 2007).

Manuel tedavi, eklemlere farklı hızda ve genlikte uygulanan mobilizasyon ve manipülasyonlarıdır. Yumuşak doku (kas, ligament, fasya) mobilizasyonlarını ve germelerini, nörodinamik teknikler olarak adlandırılan sinir kaydırma ve germe tekniklerini, kas-enerji teknikleri gibi pasif veya aktif birçok tedavi tekniğini içermektedir. Manuel terapi, fizyoterapistler tarafından tek başına ya da diğer tedaviler ile birlikte uygulanmaktadır (Ceylan, İ., 2021; Cook, C., 2011).

KTS tedavisinde osteopatik manuel tedavinin amacı; median sinirin servikal bölgeden çıktığı yerden itibaren ele kadar izlediği yol üzerindeki kas dokusunun üzerindeki fasyayı gevşeterek, median sinirin mobilize olmasını sağlamaktır.

Myofasyal tedavi yaparken brakial pleksusu takip etmek gerekir.



Şekil 8. Brakial Pleksusun Fasyadaki Dağılımının Gösterilmesi

Pektoral kaslarının omuzdaki fonksiyonları dışında özellikle brakial pleksusu koruma görevi de bulunmaktadır.



Şekil 9. Pektoral Kaslar ve Brakial Pleksus ilişkisinin Gösterilmesi

Kadavrada da görüldüğü gibi pektoral minörün kasının fasyası ile brakial pleksusun fasyası içe içe girmiş durumdadır. Pektoralis minör kası brakial pleksus için iyi bir yatak, koruma ve sinirin yeterince kayması uygun bir ortam oluşturmaktadır. Bunun beraberinde pektoral kası brakial pleksusun asit dengesini düzenlediğini düşünülmektedir.

Sinir sisteminin fasyası pektoralis kasının altından devam ederken kola doğru hareket etmektedir. Burada klavikula kemiği ciddi bir üst koruma kalkanı oluşturmaktadır. Bu koruma bazen bir sıkıştırmada meydana getirebilmektedir.



Şekil 10. Klavikula Kemiği ve Brakial Pleksus ilişkisinin Gösterilmesi

Kadavrada da görüldüğü gibi klavikula brakial pleksusla çok yakın ilişkide bulunmaktadır. Kadavrada brakial pleksusu görebilmek için klavikulayı kaldırmanız gerekmektedir. Birçok terapist üst ekstremitte boyun problemlerinde klavikulayı ihmal eder. Pektoral kaslarının fasyasının mobilizasyonu kadar klavikula kemiğinin mobilize edilmesi gerekmektedir.

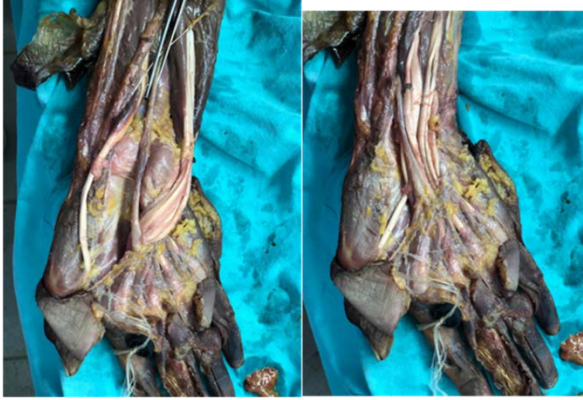
Sinir ve kasların fasyası deltoid ve bisepe doğru ilerlemektedir. Aksillanın altından biseps ve triceps kasları arasında yol almaktadır. Mobilizasyonumuza bu fasyalarla devam etmeliyiz.

Median sinir ön kola girerken kadavra resminde görüldüğü gibi pronator teres kasının altından geçer. Tedavi de bu kasın da mobilizasyonu yapılmalıdır.



Şekil 11. Median sinirin dirsek eklemi ve pronator teres kasından geçtiği kısımlar.

Aşağıdaki kadavra resminde gösterildiği gibi median sinir el-el bileği seviyesinde karpal tünelden geçerek parmaklarda son bulur. Tedavi de en son karpal tünel ve el volar bölgesi fasya mobilizasyonu yapılır (Cımbız, A., 2023).



Şekil 12. Karpal Tünelin Taze Kadavrada Gösterilmesi

Karpal Tünel Sendromu Bütüncül Tedavi Yaklaşımı: Karpal tünel sendromu nedeniyle tedaviye gelen bir hastada sıklıkla yapılan hata sadece karpal tünel bölgesine mobilizasyon, fasya

mobilizasyonu yapmaktır. Bu işe yaramaz ise karpal tünele steroid veya non-steroid enjeksiyonlar yapılmasıdır. Son yıllarda iki yöntemde çok etkili olmayınca direk fasyanın cerrahiyle gevşetilmesi. Bu uygulamaların hepsi yeterli bir tedavi değildir. Median sinir ister boyunda sıkışsın ister karpal tünelde hastanın semptomları benzer olacaktır. Doğru tedavi için; öncelikle median sinirin üst ekstremitedeki seyri sırasında ilişkili olduğu kemik ve eklemlerin maniplasyon ve mobilizasyonu; beraberinde “KARPAL TÜNEL FASYASI”nın mobilizasyonu yapılmalıdır. Karpal tünel fasyası aslında üst ekstremitenin iç (anterior) kısımdaki yüzeysel ve derin kas ve fasyaların tamamını oluşturan fasyadır.

2.4.1. Karpal Tünel Sendromun’da Fonksiyonel Osteopatik Manuel Terapi Uygulaması:

* Servikal vertabraların maniplasyonu (C1 ve C2 maniplasyonundan başlayarak),



Şekil 13. C1 ve C2 maniplasyonu

* Torokal bölge maniplasyonu- Piston Tekniği (Şekil 14 a),

* Takoz tekniği (Şekil 14 b),



Şekil 14. a.



Şekil 14. b.

* Clavicula mobilizasyonu (Şekil 15.a.),

* Acromio-clavicular eklem mobilizasyonu (Şekil 15.b.),

* Sterno-clavicular eklem mobilizasyonu,



Şekil 15. a.



Şekil 15. b.

2.4.2. Karpal Tünel Sendromun'da Myofasyal Osteopatik Manuel Terapi Uygulaması

* Skalen, trapez, splenius capitis, SKM kaslarına ve levator scapula liflerine myofasyal germe,



Şekil 16.a.



Şekil 16.b.

Şekil 16. Servikal bölge kaslarına myofasyal germe(a), Trapez kasına myofasyal germe(b)

* Sternum üzerine myofasyal uygulama,

* Truva bölgesinde ödem var ise nefes ile birlikte küçük itme ile lenf dolaşımını düzenleme,



Şekil 17. Truva bölgesine dolaşım uygulaması.

* Pectoralis majör ve minör kaslarının gevşetilmesi,



Şekil 18.a.



Şekil 18.b.

Şekil 18. Pectoralis majör mobilizasyonu(a),

Pectoralis minör mobilizasyonu(b).

*** Buraya kadar yapılan uygulama aynı zamanda torasik outlet sendromu tedavisinde de kullanılır.

* Deltoid ve biceps kasları mobilizasyonu,



Şekil 19. Biceps kası mobilizasyonu.

* Pronator teres kasının mobilizasyonu,



Şekil 20. Pronator teres mobilizasyonu.

* Karpal tünel mobilizasyonu ,



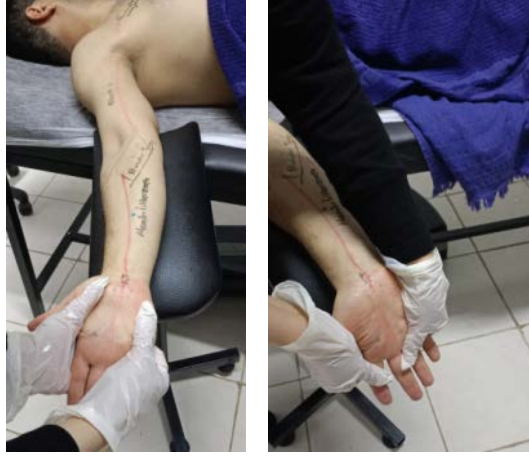
Şekil 21. Karpal tünel mobilizasyonu.

*Median sinir sağma (el bileği ekstensiyona giderek),



Şekil 22. Median sinir sağma.

* Parmaklara ve elin tenar ,hipotenar bölgesine myofasyal germe yapılmalıdır.



Şekil 23. Tenar,hipotenar bölge ve parmaklara myofasyal germe

*** Bu sıkışma noktalarından daha çok önemli ve ağrının en önemli sebebi olarak membrana interosseanın mutlaka agresif mobilizasyonu gereklidir. Kadavra çalışmalarımızda median sinir önkoldan geçerken membranaya duyu lifi vermesinin dışında median sinir ile membranın ortak fasyaya sahip olduğunu görmekteyiz.



Şekil 24. Membrana interosseanın mobilizasyonu

2.4.3. Karpal Tünel Sendromun'da Visseral Osteopatik Manuel Terapi Uygulaması:

Bilateral karpal tünel sistemik bir problem olduğunu gösterir. Vücutta fazla sıvı tutulmakta ve boşlukları su doldurmaktadır. Hastada ciddi bir böbrek, karaciğer veya kalp-akciğer yetmezliği yoksa muhtemelen beslenme problemi vardır. Diyetisyen ile görüşülerek aşırı tuzlu ve şeker kullanımı, aşırı fast food tüketme, aşırı baharatlı ve kafein içeren yiyecek ve içeceklerin kısıtlanması ve hayvansal gıdadan yoksun bir diyet programı seçilmelidir (Cımbız, A., 2023).

* Karaciğer detoksu yapılır. Hafif olgularda 3 gün,daha ağır olgularda 14 güne kadar yapılabilir.Diyet sadece sebze ve meyve sularından oluşur.

* Karaciğer mobilizasyonu,

* Karaciğer pompalama,

* Periton mobilizasyonu yapılır.

REFERANSLAR

- Ajimsha, M. S., Chithra, S., & Thulasyammal, R. P. (2012). Effectiveness of myofascial release in the management of lateral epicondylitis in computer professionals. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 93(4), 604-609.
- Baldry, P. (2002). Superficial versus deep dry needling. *Acupuncture in Medicine*, 20(2-3), 78-81.
- Basson, A., Olivier, B., Ellis, R., Coppieters, M. W., Stewart, A., & Mudzi, W. (2017). The effectiveness of neural mobilization for neuromusculoskeletal conditions: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 47(9), 593-615.
- Borg, S. J., & Simons, D. (2002). Focused review: myofascial pain. *Arch Phys Med Rehabil*, 83, 40-9.
- Bubnov, R. V. (2010). The use of trigger point" dry" needling under ultrasound guidance for the treatment of myofascial pain (technological innovation and literature review). *Likars' ka Sprava*, (5-6), 56-64.
- Burke, J., Buchberger, D. J., Carey-Loghmani, M. T., Dougherty, P. E., Greco, D. S., & Dishman, J. D. (2007). A pilot study comparing two manual therapy interventions for carpal tunnel syndrome. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*, 30(1), 50-61.
- Casanueva, B., Rivas, P., Rodero, B., Quintial, C., Llorca, J., & González-Gay, M. A. (2014). Short-term improvement following dry needle stimulation of tender points in fibromyalgia. *Rheumatology international*, 34, 861-866.
- Ceylan, İ. (2021). *Karpal tünel sendromunda hareketle birlikte ağrısız mobilizasyon tekniğinin etkilerinin incelenmesi* (Doctoral dissertation, Kirsehir Ahi Evran University (Turkey)).

- Chou, L. W., Kao, M. J., & Lin, J. G. (2012). Probable mechanisms of needling therapies for myofascial pain control. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2012(1), 705327.
- Cımbız ALİ. (2023). AC-OMT Sertifika Programı, Dry-Needling Trigger Point Kursu Denizli.
- Cımbız, ALİ (2023). AC-OMT Sertifika Programı, Akupunktur Tedavisi Kursu, Denizli
- Cımbız, ALİ (2023). AC-OMT Sertifikasyon Programı, Osteopatik Manuel Terapi Kursu, Denizli
- Cımbız, ALİ. (2023). AC –OMT Sertifikasyon Programı, Kinezyolojik Bantlama Kursu, Denizli.
- Cook C. (2011). Orthopedic manual therapy: Prentice Hall Upper Saddle River, NJ.
- Çırpanlı, G. (1997). *Myofasiyal ağrı sendromunun tedavisinde transkutanöz elektriksel sinir stimülasyonunun etkisi* (Master's thesis, Bursa Uludag University (Turkey)).
- Dunning, J., Butts, R., Mourad, F., Young, I., Flannagan, S., & Perreault, T. (2014). Dry needling: a literature review with implications for clinical practice guidelines. *Physical therapy reviews*, 19(4), 252-265.
- Gunn, C. C., & Wall, P. D. (1996). The Gunn approach to the treatment of chronic pain: intramuscular stimulation for myofascial pain of radiculopathic origin. (*No Title*).
- Hong, C. Z. (2011). Muscle pain syndromes. *Physical Medicine and Rehabilitation. 4th ed. Philadelphia: Elsevier Saunders*, 971-1001.
- Huisstede, B. M. A., et al. (2018). Carpal tunnel syndrome. *Nature Reviews Disease Primers*, 4, 18002.

- Kruse, R. A., & Christiansen, J. A. (1992). Thermographic imaging of myofascial trigger points: a follow-up study. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 73(9), 819-823.
- Langevin, H. M., Bouffard, N. A., Badger, G. J., Churchill, D. L., & Howe, A. K. (2006). Subcutaneous tissue fibroblast cytoskeletal remodeling induced by acupuncture: Evidence for a mechanotransduction-based mechanism. *Journal of cellular physiology*, 207(3), 767-774.
- Lewit, K. (1979). The needle effect in the relief of myofascial pain. *Pain*, 6(1), 83-90.
- Loaiza, L. A., Yamaguchi, S., Ito, M., & Ohshima, N. (2002). Electro-acupuncture stimulation to muscle afferents in anesthetized rats modulates the blood flow to the knee joint through autonomic reflexes and nitric oxide. *Autonomic Neuroscience*, 97(2), 103-109.
- Moran, L., et al. (2023). Effectiveness of conservative interventions for carpal tunnel syndrome: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical Medicine*, 12(15), 4888.
- O'Connor, D., et al. (2022). Non-surgical treatment (other than steroid injection) for carpal tunnel syndrome. *Cochrane Database of Systematic Reviews*.
- Özgül, A. (2014). Kuru İğne; Patofizyolojik Temel ve Miyofasiyal Ağrıda Kullanımı. *Türkiye Klinikleri Physical Medicine Rehabilitation-Special Topics*, 7(1), 37-47.
- Özkırış, S. (2004). Miyofasiyal ağrı sendromunda kuru iğneleme, Botulinum Toksin-A enjeksiyonu ve fizik tedavinin etkinliğinin klinik ve elektrofizyolojik olarak karşılaştırılması. *Şişli Etfal Hastanesi, Fizik Tedavi ve*

*Rehabilitasyon Kliniği, Uzmanlık Tezi, İstanbul,
(Danışman: Doç. Dr. Kuran B.).*

- Rosen, N. B. (1993). The myofascial pain syndromes. *Physical medicine and rehabilitation clinics of North America*, 4(1), 41-63.
- Sandberg, M., Lundeberg, T., Lindberg, L. G., & Gerdle, B. (2003). Effects of acupuncture on skin and muscle blood flow in healthy subjects. *European journal of applied physiology*, 90, 114-119.
- Shinbara, H., Okubo, M., Sumiya, E., Fukuda, F., Yano, T., & Kitade, T. (2008). Effects of manual acupuncture with sparrow pecking on muscle blood flow of normal and denervated hindlimb in rats. *Acupuncture in Medicine*, 26(3), 149-159.
- Srbely, J. Z. (2010). New trends in the treatment and management of myofascial pain syndrome. *Current Pain and Headache Reports*, 14, 346-352.
- Srbely, J. Z. (2010). New trends in the treatment and management of myofascial pain.
- Wheeler, A. H. (2004). Myofascial pain disorders: theory to therapy. *Drugs*, 64, 45-62.

PHYSIOTHERAPY AND REHABILITATION IN TYPE 2 DIABETES: EFFECTS ON FUNCTIONAL STATUS, GLYCEMIC CONTROL, AND QUALITY OF LIFE

Mehmet ÇAKIROĞLU¹

1. INTRODUCTION

Diabetes is recognized as a major public health concern due to its association with serious complications and its steadily increasing global prevalence. The global prevalence of diabetes has increased substantially since 1990. As of 2022, an estimated 828 million adults worldwide are living with diabetes (NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC), 2024). Type 2 diabetes (T2D), which accounts for a considerable proportion of diabetes cases, represents one of the principal components of the global burden. The burden of T2D is not limited to high-income countries. In recent years, it has increased markedly, particularly in low- and middle-income countries. Global Burden of Disease data indicate that mortality and disability-adjusted life years (DALYs) attributable to T2D increased consistently between 1990 and 2021. Furthermore, it is more pronounced in regions with low and lower-middle sociodemographic development levels. Demographic and epidemiological transitions, including population growth, urbanization, lifestyle changes, and population aging, are among the primary drivers of the trend. Current projections also suggest that the burden of T2D will

¹ Kahramanmaraş Private İlgi Special Rehabilitation Center, Kahramanmaraş, Türkiye, ORCID: 0000-0002-9692-8203.

continue to rise in the coming years and become increasingly pronounced among older population groups (He et al., 2024).

The growing burden of the disease highlights the need for effective treatment strategies. Currently, T2D management relies on a combination of lifestyle modifications and pharmacological treatment methods. Various classes of medications, including metformin, sulfonylureas, glucagon-like peptide-1 (GLP-1) receptor agonists, and sodium-glucose cotransporter-2 (SGLT-2) inhibitors, play important roles in achieving glycemic control. However, the progressive nature of the disease and several treatment-related limitations increased interest in alternative and complementary approaches (Tegegne et al., 2024). Although the medications are effective in improving glycemic control, existing treatments are primarily aimed at slowing disease progression and enhancing metabolic regulation. Rather than eliminating the underlying pathophysiological mechanisms, they address the disease at a symptomatic level. Reduced long-term efficacy, adverse effects such as hypoglycemia and weight gain, gastrointestinal tolerability issues, and interindividual variability in treatment response are among the major limitations of conventional therapeutic approaches (Gieroba, Kryska and Sroka-Bartnicka, 2025; Tegegne et al., 2024). Moreover, T2D is recognized as a complex disease involving multiple mechanisms, including insulin resistance, β -cell dysfunction, inflammation, and vascular complications. Therefore, approaches that focus solely on pharmacological treatment may be insufficient to address all dimensions of it (Gieroba et al., 2025).

As these limitations have become increasingly evident, multidisciplinary approaches have gained prominence in T2D management. Holistic care models integrating pharmacological treatment, nutritional interventions, psychological support, and physical activity provide a more comprehensive response to the disease. Within these models, physiotherapy and exercise-based

rehabilitation offer multiple benefits, including improved insulin sensitivity, enhanced glycemic control, reduced cardiovascular risk factors, and increased muscle strength and functional capacity (Goldfarb et al., 2025). Nevertheless, translating this potential into routine clinical practice is not always straightforward. Program sustainability depends on interdisciplinary collaboration, individualized design, social support, and organizational structures within healthcare systems (Goldfarb et al., 2025; Nielsen et al., 2025).

The effects of physiotherapy and rehabilitation on glycemic control, functional status, and quality of life in individuals with T2D are examined in light of current evidence. Aerobic exercise, resistance training, combined exercise protocols, balance and neuromuscular training, and patient education are addressed separately. The aim is to highlight the comprehensive role of physiotherapy in supporting multidisciplinary T2D management.

2. PATHOPHYSIOLOGICAL BASIS OF TYPE 2 DIABETES AND RESPONSE TO EXERCISE

Skeletal muscle insulin resistance is a central, although it is not solely sufficient, component in the pathophysiology of T2D. In healthy individuals, a substantial proportion of insulin-stimulated glucose disposal occurs in skeletal muscle. It reaches approximately 80% under hyperinsulinemic-euglycemic clamp conditions, in which tissue responsiveness to insulin is directly measured by maintaining blood glucose at normal levels during a constant insulin infusion. Following a mixed meal or oral glucose load, the proportion has been reported to be approximately 50–66%, as the liver and other tissues also contribute to glucose utilization under physiological conditions (Hulett, Scalzo, and Reusch, 2022; Whytock, 2025). Glucose uptake in skeletal

muscle is regulated by multistep mechanisms. These include insulin signaling, GLUT4 translocation, tissue perfusion, and intracellular glucose metabolism. Prolonged excessive caloric intake and physical inactivity lead to ectopic lipid accumulation in skeletal muscle. This may reduce insulin sensitivity through inflammatory responses, oxidative stress, and impaired insulin signaling. T2D can also adversely affect the microvascular structure of skeletal muscle. Endothelial dysfunction, reduced capillary density, and impaired microvascular perfusion may limit the effective delivery of insulin and glucose to muscle tissue (Whytock, 2025).

Glucose uptake by skeletal muscle cells largely depends on the translocation of a transporter protein, called GLUT4, to the cell membrane. In the resting state, GLUT4 is stored intracellularly. Upon insulin stimulation or muscle contraction, it translocates to the cell membrane and facilitates the entry of glucose into the cell. In T2D, impairments in insulin signaling may limit GLUT4 translocation to the cell membrane, thereby reducing skeletal muscle glucose uptake (Ramos-Jiménez et al., 2026; Whytock, 2025). In contrast, signaling pathways activated by muscle contraction can stimulate GLUT4 translocation independently of insulin signaling during exercise (Ramos-Jiménez, 2026; Peifer-Weiß, Al-Hasani and Chadt, 2024). Therefore, exercise provides an alternative mechanism capable of increasing glucose uptake by muscle cells even when insulin-mediated pathways are impaired. The largely preserved nature of the mechanism in individuals with T2D is one of the key molecular rationales explaining the beneficial effects of exercise on glycemic control in such patient populations (Ramos-Jiménez et al., 2026; Peifer-Weiß et al., 2024; Whytock, 2025).

3. PHYSIOTHERAPY APPROACHES

In the management of T2D, physiotherapy and rehabilitation are delivered within a holistic framework. These interventions aim to support glycemic control, reduce cardiovascular risk factors, preserve functional capacity, and improve quality of life. Aerobic exercise is one of the most commonly utilized physiotherapy approaches in individuals with T2D. Programs involving rhythmic activities such as walking, cycling on an ergometer, and swimming are indicated to produce beneficial effects on glycemic control, cardiovascular fitness, and overall metabolic health. In particular, findings from systematic reviews involving older adults demonstrated that regular aerobic exercise can reduce HbA1c levels, improve fasting blood glucose, and produce favorable changes in blood pressure as well as the lipid profiles (Miranda-Tueros, Ramirez-Peña, Cabanillas-Lazo, Paz-Ibarra and Pinedo-Torres, 2024).

Resistance exercise represents another important intervention in the management of T2D. Beyond increasing muscle strength, resistance training may also contribute to reducing muscle fatigue. A randomized controlled trial conducted in individuals with T2D reported that moderate-intensity progressive resistance training performed three times per week for 12 weeks resulted in significant improvements in upper- and lower-extremity muscle strength. The same study demonstrated that resistance training reduced fatigue indicators in the knee extensor muscles and contributed to improvements in HbA1c levels (Bhati and Hussain, 2021).

In recent years, combined exercise programs incorporating both aerobic and resistance exercise have emerged as a key area of investigation in T2D management. The combined exercise approach aims to integrate the physiological benefits of both exercise modalities within a single program. Recent review

findings indicate that combined exercise interventions can reduce HbA1c levels, improve fasting blood glucose, and enhance insulin sensitivity (Chen, Zhou, Shang, Du, Wu and Chen, 2023; Lan, Wang, Wu and Lv, 2025). In addition, they reported to exert beneficial effects on vascular indicators such as endothelial function and arterial stiffness. The findings suggest that combined programs may provide not only metabolic but also significant cardiovascular benefits (Chen et al., 2023).

Physiotherapy interventions are not limited to exercises aimed solely at metabolic control. Peripheral neuropathy, sensory loss, and impairments in postural control associated with T2D may lead to reduced balance performance and an increased risk of falls. Therefore, balance and neuromuscular training programs constitute important components of rehabilitation. A randomized controlled trial demonstrated that progressive balance exercises improved postural control, increased muscle activation, and produced significant improvements in balance performance (Arora, Azharuddin, Parveen, Usman, Sehgal and Noohu, 2025). Similarly, biofeedback-assisted balance training has been reported to improve stability indices and reduce fall risk (Stolarczyk, Jarzemski, Maciąg, Radzimowski, Świercz and Stolarczyk, 2021). Findings from systematic reviews further indicate that balance training, proprioceptive training, gait training, Tai Chi, yoga, and multicomponent rehabilitation programs can improve balance performance in individuals with diabetic peripheral neuropathy who are at risk of falling (Alissa, Shipper, Zilliox and Westlake, 2024).

The success of exercise programs largely depends on an individual's ability to adhere to the prescribed intervention. Thus, patient education and self-management strategies became integral components of contemporary physiotherapy practice. Diabetes Self-Management Education and Support (DSMES) programs are indicated to positively influence HbA1c levels, physical activity

behaviors, perceived health status, and quality of life (Hempler et al., 2023). Moreover, individuals who demonstrate higher levels of participation in educational programs tend to achieve more favorable outcomes (Hempler et al., 2023). Nevertheless, engagement in physical activity cannot be explained solely by an individual's level of knowledge about the disease. Recent research indicates that exercise-related decisions among individuals with T2D are influenced by numerous factors, including pain, enjoyment, family responsibilities, daily life priorities, and personal motivation (Thomsen, Sandbæk and Agergaard, 2024).

4. EFFECTS ON GLYCEMIC CONTROL

Glycemic control is one of the most important clinical outcomes used to evaluate the effectiveness of exercise interventions in the management of T2D. Additionally, HbA1c is the most widely used marker for this purpose. It reflects average blood glucose levels over the preceding 2–3 months and is therefore considered a clinically meaningful indicator of glycemic status. Current evidence indicates that regular aerobic exercise can produce clinically significant reductions in HbA1c levels. In particular, moderate- to high-intensity programs are indicated to produce dose-dependent effects while greater weekly exercise volumes are associated with more pronounced improvements (Jayedi, Emadi and Shab-Bidar, 2022). Research examining the type and dose of physical activity further suggests that the benefits may vary in magnitude depending on baseline glycemic control (Gallardo-Gomez et al., 2024).

Although HbA1c provides valuable information on long-term glycemic control, a comprehensive assessment of daily glucose regulation requires consideration of additional parameters such as fasting blood glucose and postprandial glycemia. Fasting blood glucose reflects hepatic glucose

production and basal insulin action, whereas postprandial glycemia provides information on post-meal glucose responses and glycemic variability throughout the day. A meta-analysis examining the effects of exercise therapy on blood glucose regulation reported that different exercise modalities significantly improved fasting blood glucose, 2-hour postprandial glucose, and HbA1c levels in individuals with T2D. The same study suggested that combined aerobic and resistance exercise programs may produce more pronounced improvements in glycemic outcomes (Liu, Wang and Sun, 2025). Furthermore, exercise performed after meals tends to reduce postprandial glucose responses and 24-hour mean glucose levels (Kang, Fardman, Ratamess, Faigenbaum and Bush, 2023).

The clinical improvements are underpinned by significant changes in insulin sensitivity. Insulin resistance, a hallmark pathophysiological feature of T2D, is characterized by a reduced capacity of peripheral tissues to respond to insulin. Regular physical activity is known to positively influence it by increasing glucose utilization in skeletal muscle. During and following exercise, the activation of glucose transporter proteins within muscle cells is enhanced, facilitating glucose uptake into the cell. In addition, exercise promotes glucose disposal by supporting insulin signaling pathways and improving insulin sensitivity (Stocks and Zierath, 2022).

5. EFFECTS ON FUNCTIONAL STATUS

Although improvements in glycemic indicators are clinically important, functional outcomes are equally essential from a physiotherapy perspective. How exercise interventions translate into an individual's movement capacity and daily life performance must therefore also be evaluated. In individuals with T2D, physical function is assessed through multidimensional

indicators, including walking capacity, muscle strength, balance, postural control, and participation in activities of daily living. Therefore, functional status should be regarded not only as an indirect consequence of disease severity but also as one of the primary goals of rehabilitation. Declines in physical function are associated with frailty, dependency, increased fall risk, and reduced quality of life. Functional status therefore represents a clinically significant outcome alongside metabolic control in T2D management.

Walking performance occupies a significant role in the assessment of functional capacity. Measures such as the six-minute walk test, gait speed, and the Timed Up and Go (TUG) test provide valuable information regarding an individual's ability to sustain movement during daily activities. In individuals with T2D, reductions in muscle strength, diminished cardiorespiratory capacity, neuropathic impairments, and physical inactivity may negatively affect walking performance. Therefore, the effects of exercise interventions on functional outcomes should not be considered solely as improvements in exercise capacity but also as enhancements in an individual's ability to move independently and safely within daily life (Ahmad, Sargeant, Yates, Webb and Davies, 2022).

Muscle strength and muscle mass are important determinants of physical function in individuals with T2D. Studies examining the effects of resistance exercise demonstrated that such interventions can increase muscle strength and lean body mass in older adults with T2D while also contributing to improvements in glycemic control and selected metabolic parameters (Feng et al., 2025). Similarly, resistance training has been associated with gains in upper-and lower-extremity muscle strength, increases in muscle mass, and improvements in indicators of insulin resistance (Wang, Fan and Wang, 2025).

Balance and postural control are also essential components of functional status. Peripheral neuropathy, proprioceptive deficits, and alterations in muscle activation associated with T2D may adversely affect stability and increase the risk of falls. Evidence evaluating the effects of exercise interventions on balance performance indicates that exercise programs can produce significant improvements in clinical balance measures, including the Berg Balance Scale (BBS) and the single-leg stance test, among individuals with T2D (Qin et al., 2021).

Functional limitations may become more pronounced in the presence of peripheral neuropathy. Sensory loss and impairments in postural control can lead to alterations in gait patterns and reduced confidence during movement. Therefore, rehabilitation programs should incorporate balance training, proprioceptive exercises, gait training, and multicomponent interventions for individuals with diabetic neuropathy or an elevated risk of falls. Current evidence suggests that physical rehabilitation approaches can improve balance performance in individuals with diabetic peripheral neuropathy. However, findings regarding reductions in fall risk remain variable depending on the type of intervention and the outcome measures employed (Alissa et al., 2024).

6. EFFECTS ON QUALITY OF LIFE

Quality of life is a critical outcome measure in evaluating the effectiveness of exercise interventions in T2D management. Encompassing physical, psychological, and social domains, it reflects that exercise is not merely a metabolic intervention. Rather, it can shape an individual's overall experience of living with the disease.

In the physical domain, aerobic and combined exercise programs are reported to improve quality of life scores (Sabag et al., 2023). Meta-analytic findings, evaluating multicomponent programs, indicate that the effects are most pronounced in subdomains such as vitality, physical function, and general health perception (Sun et al., 2025). It is suggested that gains in walking capacity, muscle strength, and balance performance discussed in previous sections may also be reflected in patients' perceived health status. Nevertheless, it should be noted that the improvements appear to be more limited in the mental health components of quality of life.

In the psychological domain, the effects of exercise extend beyond reductions in symptoms of depression and anxiety (Tang, Zhang, Su, Lv, Sun and Yu 2026). Exercise programs were also associated with positive changes in life satisfaction, sleep quality, and stress management (Cid et al., 2025). The changes may further support self-care behaviors and coping ability. Mind-body exercises such as Baduanjin represent a noteworthy area in this regard. Through their beneficial effects on psychological well-being, they contribute to the diversity of available exercise approaches (Kong, Ren, Fang, He, Zhou and Fang, 2022).

The psychological gains from exercise may be reflected in an individual's social functioning. Walking has been reported to be associated with better energy levels and mobility, lower perceived social burden, and better diabetes control (Abonie, Ofori-Ampomah, Makinyi and Addo, 2023).

7. CLINICAL RECOMMENDATIONS AND PRACTICAL IMPLICATIONS

Exercise-based physiotherapy interventions are integral to the management of T2D, contributing to glycemic control, functional status, and quality of life. However, achieving optimal

clinical outcomes requires more than the selection of an appropriate exercise modality. Exercise programs should also be tailored to individual needs. Therefore, exercise prescription should be guided by a comprehensive assessment of the patient's metabolic status, functional capacity, and diabetes-related complications. Psychological characteristics and environmental factors that may influence exercise participation should also be taken into consideration (Table 1).

Table 1. Clinical Implications of Physiotherapy-Based Exercise Approaches in Individuals with T2D

Clinical need/patient profile	Appropriate physiotherapy approach	Evidence-based expected contribution	Clinical consideration
Elevated HbA1c and fasting glucose; general metabolic control is targeted	Aerobic exercise or combined aerobic + resistance exercise	May improve HbA1c, fasting glucose, and postprandial glycemia	Intensity and duration should be increased according to the individual's capacity; symptoms of hypoglycemia should be monitored
Reduced muscle strength, fatigue, or decreased physical performance	Progressive resistance exercise	May support upper- and lower-extremity muscle strength, muscle mass, and functional performance	Initial load should be kept low; technique, joint pain, and excessive fatigue should be monitored
Reduced walking capacity and difficulty in activities of daily living	Aerobic exercise + functional exercises	May support walking capacity, cardiorespiratory endurance, and independent mobility	Can be monitored using the 6-minute walk test, TUG, or gait speed
Peripheral neuropathy, sensory loss, or fall risk	Balance, proprioceptive, and neuromuscular training	May improve postural control, stability, and balance performance	Foot examination, appropriate footwear, a safe environment, and close supervision are important
Anxiety, depression, or low motivation	Regular short-session exercise, aerobic exercise, or mind-body exercises	May exert beneficial effects on depression, anxiety, and psychological well-being	Patients should be guided toward activities they enjoy; sustainability should be prioritized
Low social participation; disease burden and quality of life are affected	Walking programs, group exercises, or multicomponent programs	May contribute to energy levels and mobility, perceived social burden, and overall quality of life	The program should be planned according to the patient's family responsibilities, daily

Low adherence to exercise	Patient education and self-management support	May support physical activity behavior, general health perception, and long-term adherence	routine, and social support Providing information alone is not sufficient; goal setting and behavioral change support are needed
---------------------------	---	--	---

Note. Developed by the author as a practical clinical reference guide, synthesizing evidence-based physiotherapy approaches for individuals with T2D according to their clinical profile and rehabilitation needs.

8. CONCLUSION AND FUTURE PERSPECTIVES

Evidence regarding the multidimensional benefits of physiotherapy and exercise-based rehabilitation in the management of T2D is increasingly accumulating. Aerobic, resistance, and combined exercise programs may contribute to glycemic control, whereas balance and neuromuscular training approaches may improve functional capacity and movement safety. In addition, exercise interventions may positively influence the physical, psychological, and social dimensions of quality of life. Furthermore, patient education and self-management strategies are considered important components in sustaining such gains.

The findings suggest that physiotherapy should not be conceptualized solely as an intervention targeting metabolic outcomes. Rather, it should be regarded as an essential component of care that supports overall health status, functional ability, and daily living. Nevertheless, a substantial proportion of the current literature has primarily focused on metabolic indicators, including HbA1c, fasting blood glucose, and insulin sensitivity. In contrast, patient-centered outcomes, such as daily functioning, social participation, movement safety, and long-term exercise adherence, have been investigated to a more limited extent.

Furthermore, it remains unclear which physiotherapy approaches are most beneficial for individuals with different clinical characteristics. Future studies should evaluate not only the physiological effects of exercise but also the extent to which the effects are reflected in individuals' daily lives. Greater emphasis should be placed on outcomes such as functional independence, social participation, and long-term behavioral change. Further research focusing on individualized exercise programs, behavior change strategies, and multidisciplinary rehabilitation models is warranted. Such research may contribute to the development of more sustainable and patient-centered models of diabetes care.

Conflict of Interest Statement

The author declares no conflicts of interest.

Funding Statement

This study did not receive financial support from any funding agency, organization, or institution.

Artificial Intelligence Use Statement

Artificial intelligence (AI) tools were used to support writing, language editing, and improvement of expression during the preparation of this manuscript. All AI-assisted content was reviewed and approved by the author.

REFERENCES

- Abonie, U. S., Ofori-Ampomah, A. K., Makinyi, V., Addo, R. A., & Kumah, L. (2023). Associations between physical activity patterns and quality of life in persons with type 2 diabetes: A cross-sectional study. *PLOS ONE*, *18*(8), e0290825.
- Ahmad, E., Sargeant, J. A., Yates, T., Webb, D. R., & Davies, M. J. (2022). Type 2 diabetes and impaired physical function: A growing problem. *Diabetology*, *3*(1), 30–45.
- Alissa, N., Shipper, A. G., Zilliox, L., & Westlake, K. P. (2024). A systematic review of the effect of physical rehabilitation on balance in people with diabetic peripheral neuropathy who are at risk of falling. *Clinical Interventions in Aging*, *19*, 1325–1339.
- Arora, P., Azharuddin, M., Parveen, S., Usmani, M., Sehgal, C. A., & Noohu, M. M. (2025). Progressive balance exercises improve muscle activity, postural control, and balance in type 2 diabetes mellitus: A randomised controlled trial. *Comparative Exercise Physiology*, *21*(4), 247–262.
- Bhati, P., & Hussain, M. E. (2021). Impact of resistance training on muscle fatigue in type 2 diabetes mellitus patients during dynamic fatigue protocol. *Physiotherapy Theory and Practice*.
- Chen, S., Zhou, K., Shang, H., Du, M., Wu, L., & Chen, Y. (2023). Effects of concurrent aerobic and resistance training on vascular health in type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Endocrinology*, *14*, 1216962.
- Cid, L., Monteiro, D., Mendes, R., Cláudio, F., Bento, T., Jacinto, M., & Duarte-Mendes, P. (2025). Physical activity,

healthy lifestyle, and subjective wellbeing in people with type 2 diabetes: Testing the efficacy of an exercise program. *Frontiers in Aging*, 6, 1522615.

Feng, M., Gu, L., Zeng, Y., Gao, W., Cai, C., Chen, Y., & Guo, X. (2025). The efficacy of resistance exercise training on metabolic health, body composition, and muscle strength in older adults with type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 222, 112079.

Gallardo-Gomez, D., Salazar-Martínez, E., Alfonso-Rosa, R. M., Ramos-Munell, J., del Pozo-Cruz, J., del Pozo Cruz, B., & Álvarez-Barbosa, F. (2024). Optimal dose and type of physical activity to improve glycemic control in people diagnosed with type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis. *Diabetes Care*, 47(2), 295–303.

Gieroba, B., Kryska, A., & Sroka-Bartnicka, A. (2025). Type 2 diabetes mellitus – conventional therapies and future perspectives in innovative treatment. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 42, 102037.

Goldfarb, I., Giladi, A., Barak, S., Lev, I., & Dor-Haim, H. (2025). Physical activity as clinical practice care for patients with type 2 diabetes and its implementation in routine clinical care: An expert opinion survey. *Frontiers in Endocrinology*, 16, 1518285.

He, K. J., Wan, H., Xu, J., Gong, G., Liu, X., & Guan, H. (2024). Global burden of type 2 diabetes mellitus from 1990 to 2021, with projections of prevalence to 2044: A systematic analysis across SDI levels for the global burden of disease study 2021. *Frontiers in Endocrinology*, 15, 1501690.

- Hempler, N. F., Fagt, C., Olesen, K., Wagner, S., Rasmussen, L. B., Laursen, D. H., & Willaing, I. (2023). Improving health and diabetes self-management in immigrants with type 2 diabetes through a co-created diabetes self-management education and support intervention. *Journal of Community Health, 48*, 141–151.
- Hulett, N. A., Scalzo, R. L., & Reusch, J. E. B. (2022). Glucose uptake by skeletal muscle within the contexts of type 2 diabetes and exercise: An integrated approach. *Nutrients, 14*(3), 647.
- Jayedi, A., Emadi, A., & Shab-Bidar, S. (2022). Dose-dependent effect of supervised aerobic exercise on HbA1c in patients with type 2 diabetes: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Sports Medicine, 52*, 1919–1938.
- Kang, J., Fardman, B. M., Ratamess, N. A., Faigenbaum, A. D., & Bush, J. A. (2023). Efficacy of postprandial exercise in mitigating glycemic responses in overweight individuals and individuals with obesity and type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis. *Nutrients, 15*, 4489.
- Kong, L., Ren, J., Fang, S., He, T., Zhou, X., & Fang, M. (2022). Effects of traditional Chinese mind-body exercise Baduanjin for type 2 diabetes on psychological well-being: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Public Health, 10*, 923411.
- Lan, Y., Wang, Y., Wu, R., & Lv, P. (2025). Optimizing exercise for type 2 diabetes management: Comparative insights from aerobic, resistance, interval and combined training protocols. *Metabolites, 15*(11), 739.
- Liu, H., Wang, W., & Sun, J. (2025). Bayesian network meta-analysis of the impact of exercise therapy on blood

glucose in type 2 diabetes patients. *Frontiers in Endocrinology*, 16, 1658739.

- Miranda-Tueros, M., Ramirez-Peña, J., Cabanillas-Lazo, M., Paz-Ibarra, J. L., & Pinedo-Torres, I. (2024). Effects of aerobic exercise on components of the metabolic syndrome in older adults with type 2 diabetes mellitus: Systematic review and meta-analysis. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 41(2), 146–155.
- NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). (2024). Worldwide trends in diabetes prevalence and treatment from 1990 to 2022: A pooled analysis of 1108 population-representative studies with 141 million participants. *Lancet*, 404(10467), 2077–2093.
- Nielsen, M. K., Andrés, E. M., Thuesen, J., Berthelsen, D. B., & Lindahl-Jacobsen, L. (2025). Improving rehabilitation for people with type 2 diabetes: Experiences from a qualitative study in a municipal setting. *Scandinavian Journal of Caring Sciences*, 39, e70009.
- Peifer-Weiß, L., Al-Hasani, H., & Chadt, A. (2024). AMPK and beyond: The signaling network controlling RabGAPs and contraction-mediated glucose uptake in skeletal muscle. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(3), 1910.
- Qin, J., Zhao, K., Chen, Y., Guo, S., You, Y., Xie, J., & Tao, J. (2021). The effects of exercise interventions on balance capacity in patients with type 2 diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis. *INQUIRY: The Journal of Health Care Organization, Provision, and Financing*, 58, 1–16.
- Ramos-Jiménez, A., Rubio-Valles, M., Guereca-Arvizuo, J., Juárez-Oropeza, M. A., Ramos-Hernández, J. A., Chávez-Guevara, I. A., & Hernández Torres, R. P. (2026).

Canonical and alternative pathways (insulin and exercise) of GLUT4 synthesis, signaling, intracellular clustering, and recruitment to the plasma membrane. *International Journal of Molecular Sciences*, 27(8), 3475. <https://doi.org/10.3390/ijms27083475>

- Sabag, A., Chang, C. R., Francois, M. E., Keating, S. E., Coombes, J. S., Johnson, N. A., & Rey Lopez, J. P. (2023). The effect of exercise on quality of life in type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 55(8), 1353–1365.
- Stocks, B., & Zierath, J. R. (2022). Post-translational modifications: The signals at the intersection of exercise, glucose uptake, and insulin sensitivity. *Endocrine Reviews*, 43(4), 654–677.
- Stolarczyk, A., Jarzemski, I., Maciąg, B. M., Radzimowski, K., Świercz, M., & Stolarczyk, M. (2021). Balance and motion coordination parameters can be improved in patients with type 2 diabetes with physical balance training: Non-randomized controlled trial. *BMC Endocrine Disorders*, 21, 143.
- Sun, Z., Zeng, H., Liu, H., Hu, M., Tian, X., Mao, D., & Zhang, R. (2025). Effectiveness of multi-component exercise in individuals with type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis. *PeerJ*, 13, e20146.
- Tang, Y., Zhang, Y., Su, H., Lv, Y., Sun, M., & Yu, L. (2026). High-frequency, short-session exercise decreases anxiety and depression in individuals with type 2 diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Behavioral Sciences*, 16, 15.
- Tegegne, B. A., Adugna, A., Yenet, A., Yihunie Belay, W., Yibeltal, Y., Dagne, A., & Zeleke, T. K. (2024). A critical

review on diabetes mellitus type 1 and type 2 management approaches: From lifestyle modification to current and novel targets and therapeutic agents. *Frontiers in Endocrinology*, 15, 1440456.

Thomsen, S., Sandbæk, A., & Agergaard, S. (2024). Doing physical activity or not: An ethnographic study of the reasoning of healthcare workers and people with type 2 diabetes. *Social Theory & Health*, 22, 320–337.

Wang, J., Fan, S., & Wang, J. (2025). Resistance training enhances metabolic and muscular health and reduces systemic inflammation in middle-aged and older adults with type 2 diabetes: A meta-analysis. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 229, 112941.

Whytock, K. L., & Goodpaster, B. H. (2025). Unraveling skeletal muscle insulin resistance: Molecular mechanisms and the restorative role of exercise. *Circulation Research*, 137, 184–204.

THE EVOLUTION AND TRANSFORMATION OF EXOSKELETON APPLICATIONS IN SPINAL CORD INJURY REHABILITATION (2000 TO PRESENT): A NARRATIVE REVIEW

Mehmet SÖNMEZ¹

1. INTRODUCTION

Spinal cord injury (SCI) remains a catastrophic neurological event, resulting in a complex constellation of motor, sensory, and autonomic impairments that necessitate lifelong clinical management. The epidemiological burden of SCI is substantial and growing. In Germany, current surveillance data indicates approximately 1,200 new traumatic SCI cases annually, with more than 50% characterized as motor incomplete (Aach et al., 2014). In Canada, the prevalence is estimated at 86,000 individuals, a figure projected to expand to 121,000 by 2030 (McIntosh et al., 2020; Noonan et al., 2012). Beyond the primary loss of motor function, the physiological impact involves systemic instabilities, including cardiovascular dysfunction, thermoregulatory failure, and broncho-pulmonary complications (McIntosh et al., 2020; Hagen, 2015; Phillips & Krassioukov, 2015).

The clinical imperative for rehabilitation is driven by the high priority patients place on regaining ambulatory function (McIntosh et al., 2020; Van Hedel et al., 2006). For many individuals, the inability to walk is the most debilitating

¹ Erzurum Technical University, Faculty of Health Sciences, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, Erzurum, TÜRKİYE, ORCID: 0000-0002-3617-9087.

consequence of their injury, affecting not only physical independence but also psychosocial well-being and integration (McIntosh et al., 2020; Wyndaele & Wyndaele, 2006). Historically, the recovery of walking following motor incomplete SCI (AIS B/C/D) occurs primarily within the first six months, after which the rate of neurological recovery reaches a plateau (Aach et al., 2014; McIntosh et al., 2020; Suzuki et al., 2007). Conventional therapies, while foundational, are often limited by the physical capacity of physiotherapists to provide the intensive, high-repetition, task-specific training required to drive neuroplasticity (Aach et al., 2014; Colombo et al., 2000).

This narrative review analyzes the transformative shift in neurorehabilitation from stationary, labor-intensive robotic systems to mobile, wearable, and intention-driven exoskeletons. From 2010 to the present, we observe a transition from "passive" assistance to "cybernic" and brain-controlled paradigms. Our objective is to evaluate the technical architecture, clinical feasibility, and physiological outcomes of these systems, establishing a comprehensive overview of how robotic-assisted gait training (RAGT) is reshaping the recovery trajectory for individuals with both acute and chronic SCI.

2. REVIEW

2.1. Search Strategy

A literature search was conducted across four electronic databases: PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, and IEEE Xplore. The search encompassed records published from January 2000 to December 2024. The following MeSH terms and free-text keywords were used in combination: "spinal cord injury" OR "SCI" AND "exoskeleton" OR "robotic orthosis" OR "powered orthosis" AND "gait rehabilitation" OR "RAGT"; additionally, device-specific terms including "Hybrid Assistive

Limb," "HAL," "Ekso GT," "ReWalk," "Lokomat," "H2 exoskeleton," "Indego," "Symbitron," and "brain-machine interface" OR "BMI" OR "EEG-controlled exoskeleton" were applied. Reference lists of all included full-text articles were manually screened for additional eligible studies.

2.2. Inclusion and Exclusion Criteria

Studies were included if they: (1) involved human participants with confirmed traumatic or non-traumatic SCI classified according to the ASIA Impairment Scale (AIS); (2) reported the use of a lower- or upper-limb robotic exoskeleton device; (3) reported at least one clinical, biomechanical, neurophysiological, or safety outcome; and (4) were published as full-text peer-reviewed articles in English. Studies were excluded if they: (1) involved exclusively non-human or in silico models; (2) were conference abstracts, editorials, or case reports with fewer than two participants; or (3) reported exclusively on exoskeleton systems designed for occupational (non-rehabilitation) use.

2.3. Data Extraction and Synthesis

Data were extracted by the primary author and verified by a second reviewer. Extracted variables included study design, participant characteristics (AIS classification, injury chronicity, lesion level), device specifications (control architecture, degrees of freedom), training parameters (frequency, duration, session count), and primary and secondary outcomes. Given the heterogeneity of study designs, devices, and outcome measures across the included literature, a narrative synthesis approach was adopted in lieu of formal meta-analysis. This approach is consistent with established methodology for narrative reviews in rehabilitation science.

2.4. Evolution of Generations: From Stationary to Mobile Systems

The first generation of robotic-assisted walking relied heavily on stationary platforms. In the early 2000s, motorized robotic Driven Gait Orthoses (DGO), exemplified by the Lokomat, established the paradigm of Body Weight Supported Treadmill Training (BWSTT) (Aach et al., 2014; Colombo et al., 2000; Gittler et al., 2002). These systems utilize a weight-suspension harness and robotic actuators to move the patient's legs through a pre-defined, reproducible gait cycle on a moving treadmill (Aach et al., 2014; Finch et al., 1991). While effective at inducing bilateral leg muscle activation, stationary DGOs are restricted by their inability to simulate over-ground walking conditions and their high capital costs (Aach et al., 2014; López-Larraz et al., 2016; Winchester & Querry, 2006).

The evolution toward mobile, over-ground wearable exoskeletons (EAW) marks a significant technological leap. Systems such as the ReWalk, Ekso, and Hybrid Assistive Limb (HAL) allow for ambulatory movement in ecological environments (Aach et al., 2014; McIntosh et al., 2020; Van Hedel et al., 2006). This shift facilitates "assist-as-needed" paradigms, where the robotic support is dynamically adjusted to complement the user's residual motor function, rather than enforcing a rigid, non-varying pattern (López-Larraz et al., 2016; Yamawaki et al., 2011; Miller et al., 2016).

Figure 1. Generational Evolution of Exoskeleton Systems in SCI Rehabilitation (2000-Present). Systems progress from stationary robotic platforms to modular, intention-driven, and brain-controlled wearable devices.

Era	System Example	Generation Type	Key Feature
Early 2000s	Lokomat (DGO)	Stationary BWSST	Harness + treadmill; high reproducibility
2008-2012	ReWalk / Ekso (early gen.)	Mobile EAW	Weight-shift trigger; over-ground ambulation
2010-2014	HAL (Cybernic System)	Intention-driven	Surface EMG-based Cybernic Voluntary Control (CVC)
2014-2016	H2 + EEG-BMI hybrid	Brain-controlled	EEG-decoded ERD/MRCP; shared control strategy
2016-2020	Ekso GT / Indego	FDA-cleared mobile EAW	Clinical + community use; variable assist modes
2020-Present	Symbitron / Soft robotics / ReWalk 6.0	Modular / Soft robotics	Full-body/home use; AI-adaptive control; textile actuators

2.5. Comparative Analysis: Stationary vs. Ambulatory Systems

2.5.1. Stationary Robotic Driven Gait Orthoses (e.g., Lokomat)

Advantages: Highly reproducible gait patterns; early initiation of weight-bearing; significantly reduced physical burden on clinicians; integrated performance measurement tools (Aach et al., 2014; Colombo et al., 2000; Finch et al., 1991).

Limitations: High capital investment; lack of motor substitution for daily life; restricted to a single location; potential for "slacking" where the patient becomes passive (Aach et al., 2014; Gittler et al., 2002; López-Larraz et al., 2016).

2.5.2. Ambulatory Wearable Exoskeletons (e.g., HAL, Ekso GT)

Advantages: Portability for over-ground use; facilitation of natural balance and weight-shift requirements; promotion of voluntary drive and motor substitution; applicability across acute and chronic phases (Aach et al., 2014; McIntosh et al., 2020; Van Hedel et al., 2006; Kawamoto & Sankai, 2002).

Limitations: Requirements for external stability aids (walkers/crutches); higher cognitive load for control; risks of orthostatic instability in early sessions; mechanical limitations in DOF at the ankle/pelvis (McIntosh et al., 2020; López-Larraz et al., 2016; Wan & Krassioukov, 2014).

2.6. Advanced Mobile Systems: Mechanical Design and Voluntary Drive

A primary technical distinction among modern exoskeletons lies in their control architecture. While systems like the ReWalk and early-generation Ekso utilize a passive range of motion (ROM) paradigm—where movement is triggered by pre-set weight-shift thresholds or manual clinician inputs—the Hybrid Assistive Limb (HAL) represents a fundamental shift toward intention-based control (Aach et al., 2014; Van Hedel et al., 2006; Stampacchia et al., 2020).

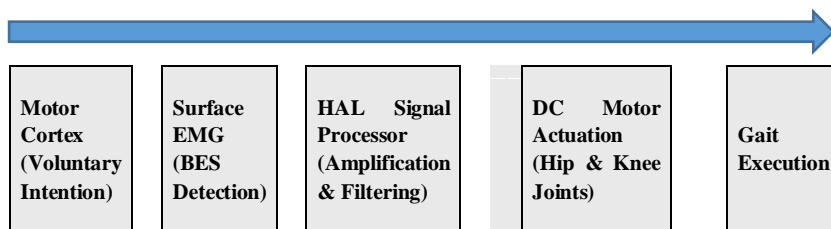
2.6.1. Technical Architecture of the Hybrid Assistive Limb (HAL)

The HAL system utilizes a unique "Cybernic Voluntary Control" mode. The architecture consists of DC motors located at the hip and knee joints, controlled via a processing unit that integrates bioelectrical signals (BES) (Aach et al., 2014; Kawamoto & Sankai, 2002). Surface electromyography (EMG) electrodes are placed over the extensor and flexor muscle regions (rectus femoris, vastus lateralis, and the gluteus maximus for

extension; biceps femoris and psoas major for flexion) (Aach et al., 2014; Van Hedel et al., 2006).

The signal processing chain involves high-gain amplification and filtering of minimal EMG bursts that would otherwise be insufficient to produce movement. This intention-driven loop ensures that the robotic actuators are only triggered when the patient attempts a voluntary contraction (Aach et al., 2014; Wyndaele & Wyndaele, 2006). We observe that this "Cybernic" loop provides a contingent association between cortical intention and peripheral mechanical feedback, which is hypothesized to reinforce spared neural pathways in AIS B and C patients (Aach et al., 2014; López-Larraz et al., 2016).

Figure 2. Cybernic Voluntary Control (CVC) Architecture of the HAL Exoskeleton. Bioelectrical signals (BES) detected by surface EMG are amplified and processed to drive DC motor actuators, creating a closed-loop contingent link between cortical intention and peripheral gait execution.



Sensory Feedback Loop: Proprioception -> Cortical Reinforcement of Spared Neural Pathways

2.6.2. Differentiating Control Modes

The HAL system offers two primary control modes:

Cybernic Voluntary Control: Actuators provide torque proportional to the detected BES, allowing for a seamless integration of human intention and robotic power (Aach et al., 2014).

Cybernic Autonomous Control: This mode follows a pre-defined robotic gait pattern, utilized primarily for patients with complete denervation where BES is unavailable (Aach et al., 2014).

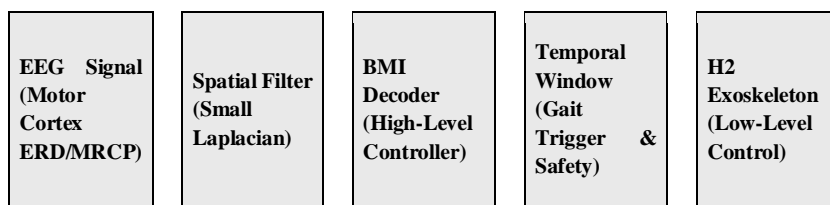
2.6.3. System Specifics across Patient Populations

In clinical trials, the efficacy of these systems is often evaluated based on the ASIA Impairment Scale (AIS). In a landmark pilot study by Aach et al. (2014), eight patients were enrolled, representing a heterogeneous cohort: 4 participants with AIS A (zones of partial preservation L3–S1), 1 with AIS B (motor ZPP L3–S1), and 3 with AIS C/D (Aach et al., 2014). Despite the chronic nature of their injuries (1 to 19 years post-trauma), all patients demonstrated significant gains in walking speed and distance after 90 days of HAL training. Notably, one AIS B patient experienced a conversion to AIS C, highlighting the potential for motor recovery long after the subacute window has closed (Aach et al., 2014). Other systems, such as the Symbitron, focus on modularity, allowing for the addition of pelvic or ankle actuators to tailor the mechanical framework to the specific deficits of the individual (Aach et al., 2014; McIntosh et al., 2020; Yamawaki et al., 2011).

2.7. Hybrid and BMI-Controlled Systems: The Neural Frontier

The integration of Brain-Machine Interfaces (BMI) with ambulatory exoskeletons addresses the needs of patients who lack the residual EMG signals required for HAL-style control. BMI systems decode gait intention directly from the motor cortex, bypassing the damaged spinal cord (López-Larraz et al., 2016).

Figure 3. BMI-Controlled Exoskeleton Signal Processing Architecture (López-Larraz et al., 2016)). The shared control strategy integrates EEG-decoded motor intention with onboard exoskeleton safety systems. ERD = Event-Related Desynchronization; MRCP = Movement-Related Cortical Potentials.



Shared Control Strategy: BMI manages movement initiation; onboard sensors manage trajectory stability. Temporal windowing reduces false activations from ~40.5% to <10% of trials (López-Larraz et al., 2016).

2.7.1. Decoding Gait Intention via EEG

The neural correlates of gait are primarily decoded using non-invasive Electroencephalography (EEG). Research by López-Larraz et al. (2016) focused on two specific signals:

Event-Related Desynchronization (ERD): We observe a power decrease in the mu (8–13 Hz) and beta (13–30 Hz) frequency bands over the sensorimotor cortex during the planning and execution of gait (López-Larraz et al., 2016; Behrman et al., 2006).

Movement-Related Cortical Potentials (MRCP): These are low-frequency, slow-wave potentials (often called the Bereitschaftspotential) that precede the onset of movement (López-Larraz et al., 2016).

The technical challenge in BMI-controlled walking is the presence of motion artifacts; electromagnetic interference and mechanical electrode shifts that can masquerade as neural activity. Sophisticated spatial filters, such as the Small Laplacian,

are employed to isolate task-relevant cortical signals from background noise (López-Larraz et al., 2016).

2.7.2. The Shared Control Strategy and Temporal Windowing

To ensure safety during BMI-controlled ambulation, the authors posit that a "shared control" strategy is essential. In this architecture, the BMI is the high-level controller that initiates the gait cycle, while the exoskeleton's internal sensors act as the low-level controller for stability and trajectory execution (López-Larraz et al., 2016).

A critical component of this strategy is temporal windowing. The system is designed to only allow the BMI to trigger movement during specific, biologically plausible windows (e.g., when the user is standing still and prompted to move). This prevents false positives—accidental activations that could result in falls. Evidence suggests that without this shared control, SCI patients would experience false positives in 40.45% of trials, compared to a significantly lower rate when windowing is active (López-Larraz et al., 2016).

2.7.3. Clinical Feasibility of BMI-H2 Systems

Trials involving the H2 exoskeleton have demonstrated that SCI patients can achieve an average decoding performance of 77.61% (López-Larraz et al., 2016). This feasibility is remarkable given the cortical reorganization that often follows paralysis. By establishing a closed-loop system where "thinking to walk" results in actual over-ground movement, these hybrid systems facilitate the simultaneous activation of the motor cortex and the delivery of sensory feedback to the spinal cord (López-Larraz et al., 2016; Behrman et al., 2006; Jackson & Zimmermann, 2012).

2.8. Upper Limb Rehabilitation: Robotics for Fine Motor Recovery

While lower-limb ambulation is a primary goal, cervical SCI patients often prioritize the recovery of hand and wrist function (McIntosh et al., 2020; Hagen, 2015; Stampacchia et al., 2020). Robotics for upper limb rehabilitation must address the high degrees of freedom (DoF) and the complexity of fine motor manipulation.

2.8.1. The RiceWrist-S

The RiceWrist-S is a robotic exoskeleton designed specifically for forearm and wrist rehabilitation. It typically provides 4 DoF, allowing for guided movements in wrist flexion/extension, ulnar/radial deviation, and forearm pronation/supination. The device utilizes an "assist-as-needed" impedance control, which encourages the patient to initiate movement while the robot provides just enough force to complete the trajectory. This targeted intervention is crucial for patients regaining the ability to perform activities of daily living (ADLs), such as feeding or grooming (Gittler et al., 2002; Stampacchia et al., 2020; Eng et al., 2007).

2.8.2. The HERO Glove

Complementing rigid exoskeletons, the HERO Glove represents the soft robotics approach. Using tendon-driven mechanisms or pneumatic actuators, the HERO Glove provides grip assistance and finger extension support. Unlike rigid systems, the soft glove format is lightweight and portable, making it suitable for home-based therapy or as an assistive tool for motor substitution (Jackson & Zimmermann, 2012; Eng et al., 2007). The integration of these upper-limb devices with lower-limb exoskeletons provides a holistic approach to neurorehabilitation, addressing the full spectrum of functional deficits in the SCI population.

2.9. Dosage, Clinical Protocols, and Feasibility

The therapeutic efficacy of RAGT is fundamentally tied to training dosage—defined by frequency, intensity, and duration. Our analysis of the literature reveals two distinct protocols tailored to different recovery phases.

Table 1. Comparison of Robotic Training Protocols and Feasibility

Parameter	HAL Chronic Protocol [1]	Ekso Acute Protocol [2]
Recovery Phase	Chronic (1–19 years post-injury)	Acute (<6 months post-injury)
Inclusion Criteria	AIS A (with ZPP), B, C, D	AIS A, B, C, D
Frequency	5 sessions/week	3 sessions/week
Session Duration	90 minutes	60 minutes
Total Sessions	~52 (mean) over 90 days	Up to 25 sessions
Supervision	Doctor + Physiotherapist	Research Physiotherapist
Retention/Attendance	High (8 participants completed)	90% attendance; 1 screen failure*

*Screen failure was due to leg length discrepancy and ROM limitations (McIntosh et al., 2020).

Table 2. Comparative Overview of Upper Limb Robotic Rehabilitation Devices in SCI.

Device	Mechanism	Degrees of Freedom	Control Mode	Target Population
RiceWrist-S	Rigid exoskeleton; impedance control	4 DoF (wrist F/E, U/R dev, pro/sup)	Assist-as-needed	Cervical SCI, stroke
HERO Glove	Soft robotics; tendon-driven / pneumatic actuators	5 DoF (finger flex/ext + grip)	Motor substitution; home use	Incomplete cervical SCI, hand paresis

2.9.1. Safety and Hemodynamic Management in Acute SCI

Initiating EAW in the acute phase (<6 months post-injury) requires meticulous management of the autonomic system. Individuals with lesions at or above T6 are particularly prone to

orthostatic hypotension (OH). In the Ekso acute trials, BP typically decreased during the initial sit-to-stand transition (mean drop of 11/8 mmHg for lesions above T6) but increased during the actual walking phase (McIntosh et al., 2020; Behrman et al., 2006).

Crucially, autonomic dysreflexia (AD) was not identified in any session, even though 40% of the participants had lesions at or above T6 (McIntosh et al., 2020). This suggests that the rhythmic exercise provided by the exoskeleton may actually serve as a stabilizing factor for the cardiovascular system. Heart rate responses remained within safe limits (mean 110 BPM), never exceeding 85% of the target heart rate (McIntosh et al., 2020; Miller et al., 2016).

2.10. Mechanisms of Neuroplasticity and Physiological Outcomes

The theoretical foundation of robotic rehabilitation is the "contingent link" theory, which suggests that neuroplasticity is maximized when cortical intention and peripheral feedback are temporally and spatially synchronized (López-Larraz et al., 2016; Behrman et al., 2006; Dietz et al., 1998).

2.10.1. Molecular Biomarkers: BDNF and mTOR

Rhythmic, reciprocal gait stimulation of the spinal Central Pattern Generators (CPG) is thought to trigger the release of neurotrophic factors.

Brain-Derived Neurotrophic Factor (BDNF): We observe that weight-bearing gait exercise increases BDNF levels, which promotes axonal sprouting and survival of spared neural circuits (Aach et al., 2014; Behrman et al., 2006; Dietz et al., 1998).

mTOR Pathway: This signaling pathway is critical for protein synthesis and synaptic plasticity. By engaging in intensive, voluntary-driven exoskeleton training, we stimulate the

mTOR pathway, facilitating the reorganization of the corticospinal tract and other descending motor pathways (López-Larraz et al., 2016; Behrman et al., 2006).

2.10.2. Ambulation Outcomes: AIS A vs. AIS C

The evidence suggests that the baseline AIS classification is a significant predictor of the magnitude of recovery. McIntosh et al. (2020) documented that while all participants improved, those with incomplete injuries (AIS C) showed greater gains in gait speed (0.44 m/s) compared to those with complete injuries (AIS A) who improved to 0.33 m/s. This difference underscores the importance of residual neural architecture in determining the ceiling of functional recovery.

2.10.3. Secondary Physiological Outcomes

Robotic-assisted walking produces systemic benefits beyond simple locomotion:

Trophic Muscle Effects: Following 90 days of HAL training, chronic patients showed a significant increase in lower limb circumference, ranging from 5mm to 50mm, indicating a reversal of disuse atrophy (Aach et al., 2014).

Motor Score Gains: Mean LEMS scores in HAL users increased from 21.75 to 24.38 (Aach et al., 2014).

Spasticity Reduction: We observe significant improvements on the Modified Ashworth Scale (MAS). In one documented case, extensor spasticity was reduced from a score of 4 (high resistance) to a 2 (mild resistance) following training, with effects lasting up to eight hours (Aach et al., 2014; Wan & Krassioukov, 2014; Waters et al., 1994).

Bladder and Bowel Function: Participants in acute trials reported improved visceral regulation and pain control (McIntosh et al., 2020).

Figure 4. Comparative Clinical Outcomes: HAL Chronic vs. Ekso GT Acute Rehabilitation Protocols. Data synthesized from primary studies; HAL data from Aach et al., (2014) and Ekso data from McIntosh et al., 2020.

Outcome Measure	HAL Chronic Protocol [1]	Ekso GT Acute Protocol [2]
Walking Speed Gain	Significant increase across all AIS subgroups	AIS C: +0.44 m/s; AIS A: +0.33 m/s
Muscle Circumference	+5 to +50 mm (lower limb)	Not specifically reported
LEMS Score Change	21.75 -> 24.38 (mean)	Documented improvements observed
Spasticity (MAS)	Reduced 4->2 (lasting ~8 hours post-session)	Not primary endpoint
Hemodynamic Events	No serious adverse events reported	BP drop: -11/8 mmHg (sit-to-stand); No AD events
AIS Conversion	1 patient: B->C (chronic, 4 yrs post-injury)	Not reported in acute phase
Visceral Function	Not primary endpoint	Improved bladder/bowel control reported

2.11. Qualitative Insights: Patient and Clinician Perspectives

The integration of advanced robotics into the clinical environment requires an understanding of the psychosocial impact and the changing roles of the healthcare team.

2.11.1. Psychosocial Impact and User Motivation

Participant feedback is consistently positive. The transition from a wheelchair-bound state to an upright, ambulatory posture provides a significant psychological boost. Patients cite improvements in mood, mental state, and physical strength (McIntosh et al., 2020). The excitement generated by family members observing the patient's first steps in the exoskeleton serves as a powerful motivational catalyst, fostering higher adherence to intensive protocols (McIntosh et al., 2020; Finch et al., 1991).

2.11.2. Usability and Cognitive Load

Despite the technical complexity of BMI and HAL systems, user satisfaction remains high. In BMI-controlled trials, patients rated the experience highly, even while acknowledging the significant cognitive load required to maintain the focus necessary for neural decoding (López-Larraz et al., 2016). The intuitive nature of intention-based control is valued more highly than the passive robotic movement of older systems.

2.11.3. Reduction in Clinician Physical Burden

From a robotics engineering perspective, the automation of gait training is a major clinical advantage. Traditional over-ground training often requires three or more therapists to stabilize the patient's torso and manually move the legs (Aach et al., 2014; Colombo et al., 2000; Finch et al., 1991). Exoskeletons automate this manual labor, allowing the physiotherapist to transition from a "physical laborer" to a data analyst and gait quality specialist (Aach et al., 2014; Winchester & Querry, 2006). This shift not only reduces the risk of clinician injury but also allows for longer, more productive rehabilitation sessions.

3. CONCLUSION

The evolution of exoskeleton technology from 2000 to the present has demonstrated that robotic-assisted gait training is safe, feasible, and effective across the entire continuum of SCI care. From the hyper-acute phase where we manage orthostatic stability and prevent secondary complications to the chronic phase where we leverage neuroplasticity to drive AIS conversion, these systems offer a transformative toolset for neurorehabilitation.

We observe that assist-as-needed and voluntary-driven paradigms are superior to passive systems for promoting motor

recovery. The 10-meter walk test (10MWT) and 6-minute walk test (6MWT) results consistently show that intensive EAW leads to clinically significant improvements in walking speed and endurance. However, critical gaps remain. The field urgently requires large-scale randomized controlled trials (RCTs) that compare intention-based (HAL) or brain-controlled (BMI) systems directly against conventional over-ground training.

The future of this technology lies in the transition from clinical tools to daily-use assistive devices. As actuators become more efficient, sensors more integrated, and control algorithms more intuitive, the exoskeleton will evolve from a rehabilitation machine into a seamless extension of the human body, offering functional compensation for those with permanent SCI and fundamentally redefining the limits of human mobility.

REFERENCES

- Aach, M., Cruciger, O., Sczesny-Kaiser, M., Höffken, O., Meindl, R. C., Tegenthoff, M., Schwenkreis, P., Sankai, Y., & Schildhauer, T. A. (2014). Voluntary driven exoskeleton as a new tool for rehabilitation in chronic spinal cord injury: A pilot study. *The Spine Journal*, 14(12), 2847–2853.
- Behrman, A. L., Bowden, M. G., & Nair, P. M. (2006). Neuroplasticity after spinal cord injury and training. *Physical Therapy*, 86(10), 1406–1425.
- Colombo, G., Joerg, M., Schreier, R., & Dietz, V. (2000). Treadmill training of paraplegic patients with a robotic orthosis. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 37, 693–700.
- Dietz, V., Wirz, M., Curt, A., & Colombo, G. (1998). Locomotor pattern in paraplegic patients: Training effects and recovery of spinal cord function. *Spinal Cord*, 36, 380–390.
- Eng, J., Teasell, R., Miller, W., et al. (2007). Spinal cord injury rehabilitation evidence: Methods of the SCIRE systematic review. *Topics in Spinal Cord Injury Rehabilitation*, 13, 1–10.
- Finch, L., Barbeau, H., & Arsenault, B. (1991). Influence of body weight support on normal human gait: Development of a gait retraining strategy. *Physical Therapy*, 71, 842–855.
- Gittler, M. S., McKinley, W. O., Stiens, S. A., et al. (2002). Spinal cord injury medicine. 3. Rehabilitation outcomes. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 83, S65–S71.
- Hagen, E. M. (2015). Acute complications of spinal cord injuries. *World Journal of Orthopedics*, 6(1), 17.

- Jackson, A., & Zimmermann, J. B. (2012). Neural interfaces for the brain and spinal cord—Restoring motor function. *Nature Reviews Neurology*, 8, 690–699.
- Kawamoto, H., & Sankai, Y. (2002). Power assist system HAL-3 for gait disorder person. In *Proceedings of ICCHP International Conference on Computers Helping People with Special Needs* (pp. 196–203).
- López-Larraz, E., Trincado-Alonso, F., Rajasekaran, V., Pérez-Nombela, S., del-Ama, A. J., Aranda, J., Minguez, J., Gil-Agudo, A., & Montesano, L. (2016). Control of an ambulatory exoskeleton with a brain–machine interface for spinal cord injury gait rehabilitation. *Frontiers in Neuroscience*, 10, 359.
- McIntosh, K., Charbonneau, R., Bensaada, Y., Bhatiya, U., & Ho, C. (2020). The safety and feasibility of exoskeletal-assisted walking in acute rehabilitation after spinal cord injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 101(1), 113–120.
- Miller, L. E., Zimmermann, A. K., & Herbert, W. G. (2016). Clinical effectiveness and safety of powered exoskeleton-assisted walking: Systematic review. *Medical Devices: Evidence and Research*, 9, 455–466.
- Noonan, V. K., Fingas, M., Farry, A., et al. (2012). Incidence and prevalence of spinal cord injury in Canada: A national perspective. *Neuroepidemiology*, 38(4), 219–226.
- Phillips, A. A., & Krassioukov, A. V. (2015). Contemporary cardiovascular concerns after spinal cord injury. *Journal of Neurotrauma*, 32(24), 1927–1942.
- Stampacchia, G., Olivieri, M., Rustici, A., D’Avino, C., Gerini, A., & Mazzoleni, S. (2020). Gait rehabilitation in persons

- with spinal cord injury using innovative technologies: An observational study. *Spinal Cord*, 58(9), 988–997.
- Suzuki, K., Mito, G., Kawamoto, H., et al. (2007). Intention-based walking support for paraplegia patients with robot suit HAL. *Advanced Robotics*, 21, 383–408.
- Van Hedel, H. J., Wirz, M., & Curt, A. (2006). Improving walking assessment in subjects with an incomplete spinal cord injury: Responsiveness. *Spinal Cord*, 44, 352–356.
- Wan, D., & Krassioukov, A. V. (2014). Life-threatening outcomes associated with autonomic dysreflexia: A clinical review. *Journal of Spinal Cord Medicine*, 37(1), 2–10.
- Waters, R. L., Adkins, R., Yakura, J., & Vigil, D. (1994). Prediction of ambulatory performance based on motor scores derived from standards of the American Spinal Injury Association. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 75, 756–760.
- Winchester, P., & Query, R. (2006). Robotic orthosis for body weight-supported treadmill training. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 17, 159–172.
- Wyndaele, M., & Wyndaele, J. J. (2006). Incidence, prevalence and epidemiology of spinal cord injury: What learns a worldwide literature survey? *Spinal Cord*, 44, 523–529.
- Yamawaki, K., Kawamoto, H., Eguchi, K., et al. (2011). Gait training for a spinal canal stenosis patient using robot suit HAL: A case report. In *Proceedings of the 6th World Congress of the ISPRM* (pp. 66–68).

POLYENDOCRINE METABOLIC OVARY SYNDROME AND EXERCISES

Naciye Dilruba TEKTAŞ GÜLBİL¹

1. INTRODUCTION

Polyendocrine Metabolic Ovary Syndrome (PMOS) is one of the most common endocrine disorders in women of reproductive age, and it has a complex and multifactorial pathophysiology. First described by Stein and Leventhal in 1935, the disease initially presented with amenorrhea, infertility, obesity, and bilateral polycystic. It was initially considered a syndrome characterized by ovarian abnormalities. However, today PMOS is recognized not only as a disease affecting the ovaries, but also as a systemic health problem with metabolic, cardiovascular, and psychological consequences (Azziz et al ., 2016) .

1.1. What Is Polyendocrine Metabolic Ovary Syndrome (PMOS)?

The most prominent features of PMOS are hyperandrogenism, ovulation disorders, and polycystic ovaries. This refers to ovarian morphology. However, the clinical presentation can vary significantly between individuals. Some women have metabolic abnormalities. While symptoms are prominent, in some individual's reproductive problems or dermatological manifestations due to hyperandrogenism may be dominant. Because of this heterogeneous structure, PCOS is

¹ Assoc. Prof. Dr. Istanbul Beykent University, Faculty of Health Sciences, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, Istanbul, Turkey, ORCID: 0000 0002 1775 690X.

considered not as a single disease, but as a syndrome consisting of different phenotypes (Azziz et al., 2016) .

Recent research indicates that PMOS is not only a condition affecting women's health during their reproductive years, but is also associated with lifelong metabolic risks, particularly type 2 diabetes and metabolic disorders. It has been reported that women with PMOS have a higher risk of developing syndrome, hypertension, dyslipidemia, and cardiovascular disease. Furthermore, psychological consequences such as depression, anxiety, and decreased quality of life are also significant components of the disorder (Teede et al., 2023) .

It has become a multidisciplinary health problem addressed by different disciplines such as endocrinology, cardiology, psychiatry, nutrition, and physiotherapy (Teede et al., 2023) .

1.2. Epidemiology And Clinical Significance

PMOS is a common health problem affecting a significant proportion of women of reproductive age worldwide. The prevalence of the condition varies depending on the diagnostic criteria used, age group, ethnic characteristics, and the population in which the study is conducted. Current data indicate that the prevalence of PMOS is approximately between 8% and 13%. In some populations, this rate has been reported to reach up to 20% (Teede et al., 2023) .

PMOS does not stem solely from its high incidence. The disease predisposes women to various health problems at different stages of their lives. While menstrual irregularities and hyperandrogenic symptoms are prominent during adolescence, insulin resistance, type 2 diabetes, and cardiovascular disease risk become more pronounced in later years. Furthermore, it is of great importance from a reproductive health perspective as it is one of the most common causes of infertility (Bozdag et al., 2016) .

1.3. Polyendocrine Pathophysiology Of Metabolic Ovary Syndrome

Polyendocrine Metabolic Ovary Syndrome Although its pathophysiology is not yet fully understood, it is accepted that the disease arises from the interaction of genetic predisposition, environmental factors, hormonal imbalances, and metabolic disorders. While PMOS was considered solely an ovarian disease for many years, current research suggests that the syndrome is a combination of factors. Studies show that PMOS is a multi-system disorder involving the hypothalamus -pituitary- ovarian axis, insulin metabolism, adipose tissue function, and inflammatory processes. Therefore, it is not possible to explain the development of PMOS with a single mechanism. The disease arises as a result of various pathophysiological processes that trigger and reinforce each other (Dumesic et al., 2015; Teede et al., 2026) .

One of the key features of PMOS is hyperandrogenism. Hyperandrogenism refers to the presence of higher than normal levels of androgen hormones in women. Increased levels of testosterone and androstenedione, in particular, are responsible for a significant portion of the clinical symptoms of PMOS. The theca cells in the ovaries are the primary source of androgen synthesis. In women with PMOS, it has been shown that the sensitivity of these cells to luteinizing hormone (LH) is increased, leading to increased androgen production. Increased androgen levels negatively affect follicle development, preventing the formation of a dominant follicle and causing chronic anovulation. As a result, ovulation does not occur, and numerous small, underdeveloped follicles accumulate in the ovaries. Polycystic ovaries are seen on ultrasonography. This process underlies the appearance of ovaries (Azziz et al ., 2016; Dumesic et al., 2015).

Insulin resistance plays a significant role in the development of hyperandrogenism, not only through ovarian mechanisms but also through other factors. Currently, insulin resistance is considered one of the fundamental metabolic disorders at the heart of PMOS (postoperative middle syndrome). Insulin resistance results from decreased insulin sensitivity in target tissues, causing the pancreas to secrete more insulin to maintain normal glucose metabolism. This condition is called hyperinsulinemia (Goodarzi et al., 2011; Rojas et al., 2014) .

Hyperinsulinemia has multifaceted effects on PMOS pathophysiology. Primarily, insulin affects the ovaries. It directly increases androgen synthesis in the theca cells. It also reduces levels of sex hormone-binding globulin (SHBG) synthesized in the liver. The decrease in SHBG increases the amount of circulating free testosterone and leads to the exacerbation of hyperandrogenism. Thus, a vicious cycle is created between insulin resistance and hyperandrogenism. Increased androgen levels increase abdominal fat, while increased fat further worsens insulin resistance (Goodarzi et al., 2011; Rojas et al., 2014) .

A significant portion of the metabolic disorders seen in PMOS are associated with changes in adipose tissue. In particular, an increase in visceral fat tissue is a metabolic component of the disease. It plays a critical role in the development of complications. Adipose tissue is not merely a passive structure that stores energy; it is considered an active endocrine organ that secretes numerous hormones and cytokines. In women with PMOS, increased visceral adipose tissue, leptin, resistin, and various inflammatory hormones are present. While cytokine release increases, adiponectin levels, which enhance insulin sensitivity, decrease. These changes contribute to the progression of insulin resistance (Fitz et al., 2024; Goodarzi et al., 2011; Rojas et al., 2014) .

Oxidative stress also plays an important role in the pathophysiology of PMOS. Oxidative stress arises from an imbalance between the production of reactive oxygen species and antioxidant defense mechanisms. Elevated oxidative stress markers and decreased antioxidant capacity have been reported in women with PMOS. This is thought to negatively affect oocyte quality, disrupt follicle development, and increase the risk of infertility. Furthermore, there is a bidirectional relationship between oxidative stress and inflammation. Increased inflammation. While oxidative stress increases, oxidative stress can also strengthen the inflammatory response (S. Lim et al., 2019) .

Recent studies on gut microbiota have also provided new contributions to the understanding of PMOS. Gut microbiota in healthy individuals metabolic While playing a crucial role in maintaining homeostasis, decreased microbiota diversity and imbalances, known as dysbiosis, have been reported in women with PMOS. These changes in the microbiota are thought to potentially increase inflammation, contribute to insulin resistance, and affect hormonal balance. Although research in this area is still in its developmental stages, it is predicted that gut microbiota could be a significant target in the treatment of PMOS in the future (Hong, 2025) .

When all these mechanisms are considered together, it is clear that PMOS is not just a reproductive system disease. Hyperandrogenism, insulin resistance, chronic inflammation, oxidative stress, and adipose tissue dysfunction form a complex network that interacts with each other. Therefore, current treatment approaches are not solely hormonal. It focuses not only on symptom relief but also on controlling metabolic and inflammatory processes. The main reason why lifestyle interventions and exercise programs are becoming increasingly important in PMOS treatment is their potential to affect a large

number of these pathophysiological mechanisms simultaneously (Hong, 2025; Teede et al., 2023) .

2. MECHANISMS OF ACTION OF EXERCISE ON PMOS

Polyendocrine Given the complex pathophysiological nature of Metabolic Ovary Syndrome (PCOS), treatment approaches should focus not only on symptom control but also on correcting the underlying mechanisms of the disease. In recent years, exercise has been considered in PCOS management not only as a lifestyle component supporting weight loss but also as a powerful therapeutic tool that can directly influence the metabolic, hormonal, and inflammatory processes of the disease. In particular, the effects of regular physical activity on insulin sensitivity, androgen metabolism, inflammatory response, oxidative stress, and cardiometabolic health have made exercise a key component of PCOS treatment (Harrison et al., 2011) .

2.1. Exercise and Regulation of Insulin Sensitivity

Insulin resistance is central to the metabolic disorders seen in PCOS. Insulin resistance not only affects glucose metabolism but also contributes to the development and maintenance of hyperandrogenism. Therefore, improving insulin sensitivity is considered one of the key goals of PCOS treatment (Harrison et al., 2011; SS Lim et al., 2019) .

Structural changes in muscle tissue resulting from regular exercise also contribute to improved insulin sensitivity. An increase in mitochondrial number, elevated oxidative enzyme activity, and improved fatty acid oxidation allow for more efficient glucose metabolism. As a result of these adaptations, circulating insulin levels decrease, and the metabolic burden

associated with hyperinsulinemia is reduced (Harrison et al., 2011; S. Lim et al., 2019) .

An important point is that the positive effects of exercise on insulin sensitivity cannot be explained solely by weight loss. Several studies show that regular exercise can lead to significant improvements in insulin resistance even without a noticeable change in body weight. This is important because it demonstrates that exercise has direct effects at the cellular and molecular level (Nusaibah, 2025; Patten et al., 2020) .

2.2. The Relationship Between Exercise And Hyperandrogenism

Exercise on hyperandrogenism occur largely through improvements in insulin metabolism. With the reduction of hyperinsulinemia, the ovaries. The mechanisms that stimulate androgen production in theca cells are suppressed. In addition, exercise contributes to increased synthesis of sex hormone-binding globulin (SHBG) in the liver. The increase in SHBG levels reduces the amount of circulating free testosterone, thus lowering the levels of biologically active androgens (Patten et al., 2020; Randeva et al., 2012) .

With PMOS who participate in regular exercise programs experience a decrease in free testosterone levels and hormonal improvements. This shows that improvements can be seen in the profile. As a result of these changes, it is possible to improve menstrual regularity, increase ovulation frequency, and alleviate some hyperandrogenic symptoms (Randeva et al., 2012) .

Hyperandrogenism also has positive effects on fat distribution. The decrease in abdominal fat associated with androgen excess contributes to further improvement in insulin sensitivity, creating a positive feedback mechanism (S. Lim et al., 2019; Patten et al., 2020) .

2.3. Exercise and Reducing Chronic Inflammation

Now widely accepted that PMOS is associated with chronic low-grade inflammation. Inflammatory fluids are released from adipose tissue. Cytokines play a significant role in the development and progression of metabolic disorders. Elevated levels of inflammatory markers, particularly TNF- α , IL-6, and CRP, are associated with PMOS. Exercise is closely associated with the cardiometabolic risk profile (Harrison et al., 2011) . Although exercise was considered for many years only as an activity that improves physical performance, it is now recognized as an important anti-inflammatory intervention. Regular physical activity can suppress systemic inflammation by reducing inflammatory markers (Randeve et al., 2012) . In this process , skeletal muscle functions not only as an organ that provides movement but also as an endocrine organ. Myokines released from muscle tissue during exercise produce anti-inflammatory effects. In particular, exercise-induced IL-6 release contributes to the activation of anti-inflammatory responses, unlike the inflammatory IL-6 effects seen under resting conditions (Randeve et al., 2012) .

Regular exercise also reduces visceral fat tissue and inflammation. It alters the biological activity of adipose tissue, one of the primary sources of cytokines. This contributes to a reduction in systemic inflammation and an improvement in metabolic health (Harrison et al., 2011) .

2.4. Exercise and Oxidative Stress

In PMOS It is known that oxidative stress levels increase, negatively impacting both metabolic and reproductive functions. Excessive production of reactive oxygen species can lead to cellular damage, negatively affect oocyte quality, and strengthen inflammatory processes (Hürriyetoğlu et al., 2025) .

Regular exercise might initially seem like a factor that increases oxidative stress due to its increased oxygen consumption, in the long run it actually strengthens antioxidant defense systems. Exercise-induced adaptations result in a reduction in superoxide levels. dismutase, catalase and glutathione The activity of antioxidant enzymes such as peroxidase increases. Thus, the organism becomes more resistant to oxidative stress (Hürriyetöglu et al., 2025) . Studies in women with PMOS show that regular exercise can reduce oxidative stress markers and increase antioxidant capacity. This is important not only for metabolic health but also for the preservation of ovarian function (Harrison et al., 2011) .

2.5. Exercise and Gut Microbiota

The gut microbiota has become an increasingly important area of study in PMOS research in recent years. Women with PMOS have been reported to have reduced gut microbial diversity and imbalances in certain bacterial groups. These changes are thought to be related to inflammation, insulin resistance, and hormonal imbalances (O'Sullivan et al., 2015) . Regular physical activity has been shown to have positive effects on the gut microbiota. Exercise can increase microbial diversity and promote the growth of beneficial bacteria that produce short-chain fatty acids. These changes can contribute to the maintenance of intestinal barrier function, reduced inflammation, and improved metabolic health. Although the mechanisms explaining the relationship between PMOS and the gut microbiota are not yet fully elucidated, current findings suggest that exercise may also have positive effects through this system (Patten et al., 2020) .

3. EXERCISE IN PMOS TREATMENT: CURRENT EVIDENCE, TYPES OF EXERCISE, AND CLINICAL PRESCRIPTION

Polyendocrine Due to the heterogeneous nature of Metabolic Ovary Syndrome (PMOS), the treatment approach must also be multifaceted. While pharmacological methods currently used in PMOS treatment are effective in controlling symptoms, they cannot completely eliminate the underlying metabolic disorders. Therefore, in recent years, lifestyle interventions, especially exercise, have become a fundamental component of treatment. International guidelines recommend regular physical activity for all women with PMOS, regardless of body weight. (Shele et al., 2020) . This approach is based on the understanding that exercise is not only a method that supports weight loss, but also has direct effects on insulin resistance, hyperandrogenism, inflammation, and cardiometabolic risk factors. In PMOS treatment, the goal of exercise is not simply to increase energy expenditure. From a broader perspective, exercise serves numerous goals, including improving metabolic functions, supporting ovulatory functions, reducing cardiovascular risk, increasing psychological well-being, and improving quality of life. Therefore, exercise programs should be planned taking into account the individual's clinical characteristics, physical fitness level, and treatment goals (Benham et al., 2018; Patten et al., 2020; Shele et al., 2020) .

3.1. Aerobic Exercise And PMOS

Aerobic exercise is one of the most frequently studied and evidence-backed types of exercise in PMOS. Brisk walking, running, cycling, swimming, and elliptical training are all considered in this group. The rhythmic and continuous work of large muscle groups during aerobic activities increases energy expenditure and creates significant adaptations in the

cardiovascular system. Studies show that regular aerobic exercise increases insulin sensitivity, reduces fasting insulin levels, and improves glucose metabolism in women with PMOS. In addition, aerobic exercise reduces visceral fat tissue, thus reducing abdominal fat. It is known to help control obesity. The reduction in visceral fat contributes to the suppression of inflammatory processes and the improvement of the cardiometabolic risk profile (Benham et al., 2018; Shele et al., 2020) .

From a reproductive health perspective, aerobic exercise is reported to help improve menstrual regularity and increase ovulation frequency. These effects are largely thought to be related to a decrease in insulin resistance and positive changes in hormonal balance. The effects of aerobic exercise on psychological health are also noteworthy. Women with PMOS who engage in regular physical activity have been shown to experience reduced symptoms of depression, lower anxiety levels, and improved quality of life. This represents a significant advantage in ensuring long-term treatment adherence (Harrison et al., 2011; Nusaibah, 2025) .

3.2. Resistance Exercises And PMOS

Resistance exercises consist of exercises aimed at increasing muscle strength and muscle mass. These include exercises performed using free weights, resistance machines, elastic bands, and bodyweight. While aerobic exercises were previously given more importance in PMOS treatment, resistance exercises have recently become a focus of attention due to their effects on metabolic health . Skeletal muscle is one of the most important target tissues for glucose metabolism and is responsible for a large portion of total glucose utilization. Increased muscle mass creates a greater metabolic capacity for glucose storage and utilization, thus contributing to improved insulin sensitivity (Harrison et al., 2011; Patten et al., 2020).

Resistance training also has positive effects on basal metabolic rate. Increased muscle tissue helps improve body composition by raising daily energy expenditure. In addition, resistance exercises are known to have positive effects on bone mineral density, postural control, and functional capacity. Studies in women with PMOS show that resistance exercises can lead to a decrease in insulin resistance, an increase in lean body mass, and an improvement in metabolic parameters. Therefore, current guidelines recommend not only aerobic activities but also regular resistance exercises as an integral part of the treatment program (Nusaibah, 2025) .

3.3. High-Intensity Interval Training (Hiit)

High-intensity interval training Interval Training (HIIT) is based on alternating periods of short bursts of high-intensity exertion with active or passive rest periods. In recent years, the effectiveness of HIIT in the treatment of PMOS has been increasingly investigated. One of the main advantages of HIIT is its ability to create significant physiological adaptations in a shorter time. It is considered a viable option, especially for individuals who cannot exercise regularly due to time constraints. Studies show that HIIT applications can provide significant increases in cardiorespiratory fitness levels (Mohammani et al., 2023; Santos et al., 2021) .

In addition, high-intensity exercise affects mitochondria. It is thought to have a higher potential for stimulating biogenesis. Improvements in mitochondrial function increase fat oxidation and can positively affect insulin sensitivity. Some studies report that HIIT can provide results similar to, or even superior to, traditional aerobic exercise in some metabolic parameters. However, the individual's current physical capacity should be considered when implementing HIIT programs. Especially in individuals with a sedentary lifestyle, it is important to gradually

increase the intensity of exercise (Mohammani et al., 2023; Santos et al., 2021) .

3.4. Combined Exercise Approach

Current literature shows that the strongest results are obtained with programs that combine aerobic and resistance exercises. The combined exercise approach brings together the physiological advantages provided by different types of exercise. Aerobic exercises are effective on cardio metabolic health and fat loss, while resistance exercises contribute to the preservation of muscle mass and the increase of metabolic capacity. Therefore, combined programs can provide positive results on numerous parameters such as body composition, insulin sensitivity, cardiorespiratory fitness, and quality of life (Colombo et al., 2023; Dos). Santos et al., 2020) .

The current trend in PMOS management is towards using multi-component programs tailored to individual characteristics, rather than focusing on a single type of exercise.

3.5. Exercise Prescription And Clinical Recommendations

For PMOS, the individual's age, body composition, cardio metabolic risk factors, physical fitness level, and personal preferences should be considered. Sustainability should be a key priority for long-term success. The 2023 International PMOS Guidelines state that the recommended physical activity targets for the general population also apply to women with PMOS. Accordingly, it is recommended that adult individuals perform at least 150 to 300 minutes of moderate-intensity aerobic activity or 75 to 150 minutes of high-intensity physical activity per week. In addition, it is recommended that resistance exercises aimed at improving muscle strength be included in the program at least two days a week. (Harrison et al., 2011; Patten et al., 2020)

Integrate into their lifestyle should be preferred over short, intensive programs. Behavioral modification strategies, motivational interviewing techniques, and individualized goal-setting methods can play a significant role in improving exercise adherence (Harrison et al., 2011; Patten et al., 2020).

3.6. Future Perspectives

Technological advancements are adding new dimensions to exercise management in PMOS. Wearable activity trackers, mobile health applications, and remote exercise counseling systems facilitate the monitoring of individuals' physical activity levels. Furthermore, AI-supported approaches to developing personalized exercise programs are seen as a significant area of research in the future. In addition, studies examining the effects of exercise on epigenetic mechanisms, gut microbiota, and molecular signaling pathways have increased in recent years. These studies reveal that the effects of exercise on PMOS are far more comprehensive than can be explained solely by energy balance (Jeslin et al., 2026) .

4. CONCLUSION

Polyendocrine Metabolic Ovary Syndrome (PMOS) is a complex health problem involving reproductive, metabolic, and psychological components. Exercise is one of the rare treatment approaches capable of influencing a significant portion of the fundamental pathophysiological mechanisms of this syndrome. Due to its multifaceted effects, such as increased insulin sensitivity, reduced hyperandrogenism, suppression of inflammation, and improved quality of life, exercise is currently considered a cornerstone of PMOS treatment. Current scientific evidence suggests that a combination of aerobic and resistance exercise is the most effective approach. Future studies will further

elucidate the molecular effects of exercise, contributing to the development of personalized treatment strategies.

REFERENCES

- Azziz, R., Carmina, E., Chen, Z., Dunaif, A., Laven, J. S. E., Legro, R. S., Lizneva, D., Natterson-Horowitz, B., Teede, H. J., & Yildiz, B. O. (2016). Polycystic ovary syndrome. *Nature Reviews Disease Primers*, 2(1), 16057. <https://doi.org/10.1038/nrdp.2016.57>
- Benham, J., Yamamoto, J., Friedenreich, C., Rabi, D., & Sigal, R. (2018). Role of exercise training in polycystic ovary syndrome: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Obesity*, 8(4), 275–284.
- Bozdog, G., Mumusoglu, S., Zengin, D., Karabulut, E., & Yildiz, B. O. (2016). The prevalence and phenotypic features of polycystic ovary syndrome: A systematic review and meta-analysis. *Human Reproduction*, 31(12), 2841–2855.
- Colombo, G. E., Bouzo, X. D., Patten, R. K., Mousa, A., Tay, C. T., Pattuwage, L., Teede, H. J., Redman, L. M., Hirschberg, A. L., & Sabag, A. (2023). Comparison of selected exercise training modalities in the management of PCOS: a systematic review and meta-analysis to inform evidence-based guidelines. *JSAMS Plus*, 2, 100024.
- Dos Santos, I. K., Ashe, M. C., Cobucci, R. N., Soares, G. M., de Oliveira Maranhao, T. M., & Dantas, P. M. S. (2020). The effect of exercise as an intervention for women with polycystic ovary syndrome: A systematic review and meta-analysis. *Medicine*, 99(16), e19644.
- Dumesic, D. A., Oberfield, S. E., Stener-Victorin, E., Marshall, J. C., Laven, J. S., & Legro, R. S. (2015). Scientific statement on the diagnostic criteria, epidemiology, pathophysiology, and molecular genetics of polycystic ovary syndrome. *Endocrine Reviews*, 36(5), 487–525.

- Fitz, V., Graca, S., Mahalingaiah, S., Liu, J., Lai, L., Butt, A., Armour, M., Rao, V., Naidoo, D., & Maunder, A. (2024). Inositol for polycystic ovary syndrome: A systematic review and meta-analysis to inform the 2023 update of the international evidence-based PCOS guidelines. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 109(6), 1630–1655.
- Goodarzi, M. O., Dumesic, D. A., Chazenbalk, G., & Azziz, R. (2011). Polycystic ovary syndrome: Etiology, pathogenesis and diagnosis. *Nature Reviews Endocrinology*, 7(4), 219–231.
- Harrison, C. L., Lombard, C. B., Moran, L. J., & Teede, H. J. (2011). Exercise therapy in polycystic ovary syndrome: A systematic review. *Human Reproduction Update*, 17(2), 171–183.
- Hong, A. R. (2025). Redefining Polycystic Ovary Syndrome: Transformative Diagnostic and Management Changes in the 2023 Guidelines. *Endocrinology and Metabolism*, 40(1), 64–66.
- Hürriyetoğlu, Ş., Beyazıt, A., & Hakverdi, A. (2025). Polycystic ovary syndrome and oxidative stress. *Avrasya Sağlık Bilimleri Dergisi*, 8(1), 10–15.
- Jeslin, G., Suganthirababu, P., Yugandhar, P., Bhargavi, E. S., Likitha, G. R., & Manikandan, M. (2026). *Integrating technology into managing polycystic ovarian syndrome in young women: The influence of tele delivered individualized exercise program on body composition, lipid profile and psychological issues*. 3371(1), 030017.
- Lim, S., Kakoly, N., Tan, J., Fitzgerald, G., Bahri Khomami, M., Joham, A., Cooray, S., Misso, M., Norman, R., & Harrison, C. (2019). Metabolic syndrome in polycystic

- ovary syndrome: A systematic review, meta-analysis and meta-regression. *Obesity Reviews*, 20(2), 339–352.
- Lim, S. S., Hutchison, S. K., Van Ryswyk, E., Norman, R. J., Teede, H. J., & Moran, L. J. (2019). Lifestyle changes in women with polycystic ovary syndrome. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (3).
- Mohammadi, S., Monazzami, A., & Alavimilani, S. (2023). Effects of eight-week high-intensity interval training on some metabolic, hormonal and cardiovascular indices in women with PCOS: a randomized controlled trail. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 15(1), 47.
- Nusaibah, Y. (2025). Aerobic Exercise Impacts on Metabolic and Hormonal Profiles in PCOS Women: A Scoping Review. *Majalah Ilmiah Fisioterapi Indonesia*, 13(2), 343–352.
- O’Sullivan, O., Cronin, O., Clarke, S. F., Murphy, E. F., Molloy, M. G., Shanahan, F., & Cotter, P. D. (2015). Exercise and the microbiota. *Gut Microbes*, 6(2), 131–136.
- Patten, R. K., Boyle, R. A., Moholdt, T., Kiel, I., Hopkins, W. G., Harrison, C. L., & Stepto, N. K. (2020). Exercise interventions in polycystic ovary syndrome: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Physiology*, 11, 606.
- Randeva, H. S., Tan, B. K., Weickert, M. O., Lois, K., Nestler, J. E., Sattar, N., & Lehnert, H. (2012). Cardiometabolic aspects of the polycystic ovary syndrome. *Endocrine Reviews*, 33(5), 812–841.
- Rojas, J., Chávez, M., Olivar, L., Rojas, M., Morillo, J., Mejías, J., Calvo, M., & Bermúdez, V. (2014). Polycystic ovary syndrome, insulin resistance, and obesity: Navigating the pathophysiologic labyrinth. *International Journal of Reproductive Medicine*, 2014(1), 719050.

- Santos, I. K. dos, Nunes, F. A. S. de S., Queiros, V. S., Cobucci, R. N., Dantas, P. B., Soares, G. M., Cabral, B. G. de A. T., Maranhão, T. M. de O., & Dantas, P. M. S. (2021). Effect of high-intensity interval training on metabolic parameters in women with polycystic ovary syndrome: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Plos One*, 16(1), e0245023.
- Shele, G., Genkil, J., & Speelman, D. (2020). A systematic review of the effects of exercise on hormones in women with polycystic ovary syndrome. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 5(2), 35.
- Teede, H. J., Khomami, M. B., Morman, R., Laven, J. S., Joham, A. E., Costello, M. F., Patil, M., Rees, D. A., Berry, L., & Cree, M. G. (2026). Polyendocrine metabolic ovarian syndrome, the new name for polycystic ovary syndrome: A multistep global consensus process. *The Lancet*, 407(10545), 2329–2339.
- Teede, H. J., Tay, C. T., Laven, J. J., Dokras, A., Moran, L. J., Piltonen, T. T., Costello, M. F., Boivin, J., Redman, L. M., & Boyle, J. A. (2023). Recommendations from the 2023 international evidence-based guideline for the assessment and management of polycystic ovary syndrome. *European Journal of Endocrinology*, 189(2), G43–G64.

WELL-BEING AND PHYSICAL ACTIVITY

Naciye Dilruba TEKTAŞ GÜLBİL¹

1. INTRODUCTION

While the concept of health was historically largely defined as the absence of disease and disability, today it is considered to be a state of complete physical, mental, and social well-being. This approach includes not only protection from disease but also life satisfaction, productivity, and active participation in social life. Today, the acceleration of technological advancements, the widespread use of transportation, and changes in working life have led to a significant decrease in physical activity levels, making sedentary lifestyles a global public health problem. The World Health Organization identifies insufficient physical activity as one of the key risk factors increasing mortality and morbidity . Regular physical activity has been shown to improve not only physical health indicators but also psychological well-being, life satisfaction, and overall well-being (Kim et al., 2017; Marquez , Aguiñaga , Vásquez , Conroy , Erickson , Hillman , Stillman , Ballard , Sheppard , & Petruzzello , 2020) .

The relationship between well-being and physical activity has been extensively researched in recent years across the fields of health sciences, psychology, sports science, and rehabilitation. The increasing prevalence of chronic diseases, the rise in mental health problems, and the recognition of quality of life as a

¹ Assoc. Prof. Dr. Istanbul Beykent University, Faculty of Health Sciences, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, Istanbul, Turkey. ORCID: 0000 0002 1775 690X.

significant health outcome have further enhanced the importance of this relationship (Kim et al., 2017; McAuley & Rudolph, 1995).

1.1. The Concept of Well-Being

Well-being is defined as an individual's positive evaluation of their life, feeling adequate physically and psychologically, and experiencing overall satisfaction with their life. In the literature, the concept of well-being is often used in relation to subjective well-being, quality of life, and psychological well-being. However, well-being is a multidimensional construct that encompasses not only the feeling of happiness but also the individual's ability to find meaning in their life and realize their potential. (Topp et al., 2015) .

Approaches developed in the field of positive psychology have shown that well-being cannot be explained solely by the absence of negative emotions. Accordingly, life satisfaction, frequency of experiencing positive emotions, social relationships, personal growth, and sense of purpose are considered fundamental components of well-being. Research shows that individuals with high levels of well-being exhibit healthier lifestyle behaviors, cope more effectively with stress, and have a higher quality of life (Bech et al., 2003) .

Well-being consists of physical, psychological, and social dimensions. Physical well-being is related to an individual's possession of a healthy body and their ability to independently perform daily living activities. Psychological well-being is explained by a person feeling valuable, being able to manage their emotions, and being satisfied with their life, while social well-being refers to the quality of the relationships an individual establishes with society. It is accepted that these dimensions are constantly interacting with each other (Schramme, 2023) .

2. THE CONCEPT OF PHYSICAL ACTIVITY

Physical activity refers to all body movements that require energy expenditure as a result of skeletal muscle contractions. Daily living activities, walking, climbing stairs, housework, movements in the workplace, and planned exercise practices are considered within the scope of physical activity. Exercise, on the other hand, is a planned, structured, and repetitive form of physical activity aimed at specific goals (World Health Organization, 2020) .

The World Health Organization recommends that adults engage in at least 150–300 minutes of moderate-intensity aerobic activity or 75–150 minutes of high-intensity aerobic activity per week. In addition, it is recommended to perform strength training exercises targeting large muscle groups at least two days a week. Regular physical activity is reported to reduce the risk of cardiovascular diseases, diabetes, hypertension, and some types of cancer (Chaput et al., 2020) .

Today, the most important reasons for the decrease in physical activity levels include technological addiction, sedentary work systems, increased use of motor vehicles, and increased screen time. The prevalence of sedentary lifestyles leads to an increase in physical health problems as well as psychological and social problems (DiPietro et al., 2020) .

2.1. Physical Activity and Physical Well-Being

One of the most significant effects of physical activity on well-being is reflected in physical health indicators. Individuals who exercise regularly show significant improvements in cardiovascular endurance, muscle strength, flexibility, and balance performance. In addition, reduced risk of obesity , improved metabolic health, and strengthened immune system are among the important outcomes of physical activity (Marquez ,

Aguñaga , Vásquez , Conroy , Erickson , Hillman , Stillman , Ballard , Sheppard , & Petruzzello , 2020) .

Studies show that physical activity prolongs lifespan and reduces the risk of premature death. Individuals who engage in regular physical activity are reported to have a lower incidence of hypertension, type 2 diabetes, and coronary artery disease. Furthermore, physical activity is said to improve sleep quality, reduce chronic fatigue, and support independence in daily living activities (Rodríguez-Fernández et al., 2017) .

exhibit a more positive psychological profile. (Rodríguez-Fernández et al., 2017) .

2.2. Physical Activity and Psychological Well-Being

Recent studies have shown that physical activity has powerful effects on psychological well-being. Individuals who engage in regular physical activity report reduced symptoms of depression and anxiety , lower stress levels, and increased life satisfaction. Neurochemicals such as endorphins , serotonin , and dopamine released during physical activity contribute to increased positive emotions (Mahindru et al., 2023) .

Life satisfaction, a key indicator of psychological well-being, shows a positive correlation with physical activity level. Meta-analysis results indicate a significant and positive relationship between physical activity and subjective well-being. It is reported that as participation in physical activity increases, individuals feel happier, more energetic, and more satisfied with their lives (Rodríguez-Fernández et al., 2017) .

Exercise also contributes to the development of self-confidence. Observing progress in physical performance and achieving set goals strengthens the individual's sense of self-efficacy. This, in turn, increases the person's capacity to cope with challenges in daily life (Biddle et al., 2000) .

2.3. Physical Activity and Social Well-Being

One of the important components of well-being is social well-being. Social well-being encompasses an individual's participation in social life, interpersonal relationships, and social support systems. Physical activity, especially in group-based activities, increases social interaction. Sports clubs, walking groups, fitness centers, and team sports enable individuals to establish new social relationships. Strengthening social support mechanisms increases an individual's sense of belonging and reduces feelings of loneliness. This is a significant advantage, particularly for elderly individuals and those with chronic illnesses. (Chen et al., 2021; Gothe et al., 2020) .

Community-based physical activity programs have been shown to increase individuals' social integration and promote community participation. This improvement in social well-being also has positive effects on psychological well-being (Chen et al., 2021) .

2.4. Mechanisms By Which Physical Activity Affects Well-Being

Several biological and psychological mechanisms have been proposed to explain the relationship between physical activity and well-being. From a biological perspective, neurochemical changes that occur during exercise positively affect an individual's mood. Increased endorphin release promotes feelings of happiness, while changes in serotonin and dopamine levels contribute to a reduction in depressive symptoms (Mahindru et al., 2023) .

brain-derived neurotrophic factor supports nervous system functions and improves cognitive performance. In addition, regular physical activity is reported to reduce cortisol levels, known as the stress hormone (Marquez , Aguiñaga ,

Vásquez , Conroy , Erickson , Hillman , Stillman , Ballard , Sheppard , Petruzzello , et al., 2020) .

From a psychological perspective, physical activity strengthens an individual's sense of accomplishment, improves body image, and increases feelings of self-efficacy. From a social perspective, exercise environments strengthen individuals' social relationships, contributing to the development of social support mechanisms (Netz et al., 2005) .

2.5. Physical Activity and Well-Being in Special Populations

The positive effects of physical activity on well-being are observed across different age and patient groups. In children and adolescents, regular physical activity supports cognitive performance, academic achievement, and mental health. The World Health Organization recommends that children and adolescents engage in an average of 60 minutes of moderate-to-vigorous physical activity daily. (Rodriguez-Ayllon et al., 2019).

Increased physical activity levels among university students are associated with stress management, academic achievement, and life satisfaction. In older individuals, physical activity contributes to maintaining functional independence and improving quality of life (Rodriguez-Ayllon et al., 2019) .

Fibromyalgia, osteoarthritis, diabetes, and cardiovascular diseases. It has also been shown to significantly improve quality of life and overall well-being (Lee & Park, 2010) .

2.6. Current Approaches to Promoting Physical Activity

Recent advancements in digital technologies have created new opportunities for monitoring, evaluating, and promoting physical activity. Smartphones, wearable technologies, and online exercise platforms allow individuals to track their physical

activity behaviors more closely. Digital applications are reported to have a motivational effect, particularly on individuals with low levels of physical activity (Hohberg et al., 2022) .

Smartwatches and activity trackers can measure many parameters such as daily step count, energy expenditure, heart rate, and sleep patterns. The feedback obtained from these devices helps individuals set physical activity goals and develop behavioral changes. According to behavioral change theories, the ability to monitor one's own performance is a crucial factor in maintaining a sustainable physical activity habit. (Ferguson et al., 2022) .

The COVID-19 pandemic has led to a significant increase in remote healthcare services and tele- rehabilitation applications. Online exercise programs allow individuals to participate in physical activity at home and receive remote support from healthcare professionals. This has particularly contributed to maintaining exercise adherence in individuals with chronic diseases (Ding et al., 2020) .

AI-powered health applications are also increasingly used in the field of physical activity. Systems that provide exercise recommendations based on individual characteristics allow for the creation of programs tailored to the needs of individuals. It is thought that these technologies will play an even more effective role in increasing physical activity behaviors in the future (Yousefi et al., 2025) .

Despite the advantages offered by digital technologies, individuals' level of access to technology, digital literacy skills, and long-term motivation for use should be considered. Technological tools should be evaluated as a supportive element for physical activity, but should not replace individuals developing active lifestyle habits (Hohberg et al., 2022) .

3. INDIVIDUAL AND SOCIETAL STRATEGIES FOR INCREASING PHYSICAL ACTIVITY

Increasing physical activity levels is possible not only through individual efforts but also through environmental and societal adjustments. Many countries today are developing public health policies aimed at promoting physical activity. The main goal of these policies is to encourage individuals to adopt a more active lifestyle in their daily lives (Pratt et al., 2015) .

Motivational support are important strategies in establishing physical activity habits at the individual level . Setting achievable short-term goals increases the individual's sense of accomplishment and raises the likelihood of continuing to exercise. Providing regular feedback and monitoring the individual's progress also contributes to maintaining behavioral change (Pratt et al., 2015) .

Family support plays a significant role in developing physical activity habits. Individuals who grow up in physically active family environments during childhood are reported to have higher levels of physical activity in adulthood. Similarly, peer support and group exercises can also positively influence participation in physical activity (Ball et al., 2015) .

At the societal level, creating safe walking areas, expanding bicycle paths, and increasing parks and recreational areas are among the environmental factors that support physical activity behavior. Planning urban design approaches that encourage active living can lead to significant increases in physical activity levels (Stevens et al., 2017) .

Educational institutions and workplaces also have important responsibilities in promoting physical activity. Encouraging exercise programs in universities and work environments, expanding active break practices, and facilitating access to sports facilities can increase individuals' physical

activity levels. Reducing prolonged sitting, especially in individuals who work at desks, contributes to maintaining physical and psychological well-being (Yel et al., 2024) .

Community-based intervention programs developed in recent years are considered effective methods for increasing physical activity. These programs include social support and environmental adjustments in addition to individual behavioral changes. Thus, physical activity ceases to be merely a personal choice and becomes a part of the overall health culture of the community. (Yel et al., 2024) .

3.1. Future Perspective

One of the main goals of global health policies is to increase life expectancy as well as healthy life expectancy. In this context, physical activity is considered one of the most cost-effective and efficient interventions for improving well-being. In the future, it is expected that the biological, psychological, and social mechanisms of the relationship between physical activity and well-being will be explained in more detail (Titze et al., 2022).

Particularly with wearable technologies, artificial intelligence applications, telehealth systems, and big data analytics, it will be possible to evaluate individuals' physical activity behaviors more precisely. However, future research should focus not only on the amount of physical activity, but also on the type, duration, intensity of physical activity, and its interaction with individual characteristics (Schulenkorf et al., 2021) .

Therefore, increasing multidisciplinary research that evaluates the effects of physical activity on well-being with a holistic approach will make significant contributions to both the development of scientific knowledge and the improvement of public health (Schulenkorf et al., 2021) .

4. CONCLUSION

Well-being is a multifaceted concept encompassing an individual's physical, psychological, and social health. Physical activity is a powerful health behavior that can influence all of these dimensions. Current scientific evidence shows that regular physical activity improves quality of life, supports psychological well-being, strengthens social inclusion, and enhances overall well-being. Therefore, promoting physical activity at both individual and societal levels is crucial not only for disease prevention but also for achieving a higher quality of life.

REFERENCES

- Ball, K., Carver, A., Downing, K., Jackson, M., & O'Rourke, K. (2015). Addressing the social determinants of inequities in physical activity and sedentary behaviors . *Health Promotion International* , 30 (suppl_2), ii8–ii19.
- Bech , P. , Olsen , L.R., Kjoller , M., & Rasmussen , N.K. (2003). Measuring well-being rather than the absence of distress symptoms : A comparison of the SF-36 Mental Health subscale and the WHO- Five well-being scale . *International Journal of Methods in Psychiatric Research* , 12 (2), 85–91.
- Biddle , S. , Fox , K.R., & Boutcher , S.H. (2000). *physical activity and psychological well-being* (Vol . 552). routledge London .
- Chaput , J.-P. , Willumsen , J., Bull , F., Chou , R., Ekelund , U., Firth , J., Jago , R., Ortega, F. B., & Katzmarzyk , P. T. (2020). 2020 WHO guidelines on physical activity and sedentary behavior for children and adolescents aged 5–17 years : Summary of the evidence *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* , 17 (1), 141.
- Chen , S. , Calderón-Larrañaga , A., Saadeh , M., Dohrn , I.-M., & Welmer , A.-K. (2021). Correlations of subjective and social well-being with sedentary behavior and physical activity in older adults —A population-based study . *The Journals of Gerontology : Series A* , 76 (10), 1789–1795.
- Ding, D. , Mutrie , N., Bauman , A., Pratt , M., Hallal , P. R., & Powell , K. E. (2020). physical activity guidelines 2020: Comprehensive and inclusive recommendations to activate populations . *The Lancet* , 396 (10265), 1780–1782.

- DiPietro , L ., Al-Ansari, SS, Biddle , S.J., Borodulin , K., Bull , F.C., Buman , MP, Cardon , G., Carty , C., Chaput , J.-P., & Chastin , S. (2020). Advancing the global physical activity Agenda : Recommendations for future research by the 2020 WHO physical activity and sedentary behavior guidelines development group . *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* , 17 (1), 143.
- Ferguson , T. , Olds , T., Curtis , R., Blake , H., Crozier , A.J., Dankiw , K., Dumuid , D., Kasai , D., O'Connor , E., & Virgara , R. (2022). Effectiveness of wearable activity trackers to increase physical activity and improve health : A systematic review of systematic reviews and meta-analyses . *The Lancet Digital Health* , 4 (8), e615–e626.
- Goethe , N. P. , Ehlers , DK, Salerno , E.A., Fanning , J., Kramer , AF, & McAuley , E. (2020). physical activity , sleep and quality of life in older adults : Influence of physical , mental and social well-being . *Behavioral Sleep Medicine* , 18 (6), 797–808.
- Hohberg , V. , Kreppke , J.-N., Cody , R., Guthold , R., Woods , C., Brand , R., Dunton , G.F., Rothman , A.J., Ketelhut , S., & Nigg , C.R. (2022). What is needed to promote physical Activity ?- Current trends and new perspectives in theory , intervention , and implementation . *Current Issues in Sport Science* , 8 (1).
- Kim, E. S. , Kubzansky , L. D., Soo , J., & Boehm , J. K. (2017). Maintaining healthy behavior : A prospective study of psychology well-being and physical activity . *Annals of Behavioral Medicine* , 51 (3), 337–347.
- Lee, Y. H ., & Park, I. (2010). Happiness and physical activity in special populations : Evidence from Korean survey data . *Journal of Sports Economics* , 11 (2), 136–156.

- Mahindru , A ., Patil , P., & Agrawal , V. (2023). Role of physical activity on mental health and well-being : A review . *Cureus* , 15 (1), e33475.
- Marquez , D. X. , Aguiñaga , S., Vásquez , PM, Conroy , DE, Erickson , KI, Hillman , C., Stillman , CM, Ballard , RM, Sheppard , BB, & Petruzzello , S.J. (2020). A systematic review of physical activity and quality of life and well-being . *Translational Behavioral Medicine* , 10 (5), 1098–1109.
- Marquez , D. X. , Aguiñaga , S., Vásquez , PM, Conroy , DE, Erickson , KI, Hillman , C., Stillman , CM, Ballard , RM, Sheppard , BB, Petruzzello , SJ, King , AC, & Powell , KE (2020). A systematic review of physical activity and quality of life and well-being . *Translational Behavioral Medicine* , 10 (5), 1098–1109. <https://doi.org/10.1093/tbm/ibz198>
- McAuley , E ., & Rudolph , D. (1995). physical activity , aging , and psychological well-being . *Journal of Aging and Physical Activity* , 3 (1), 67–96.
- Netz , Y. , Wu , M.-J., Becker , B. J., & Tenenbaum , G. (2005). physical activity and psychological well-being in advanced age : A meta- analysis of intervention Studies . *Psychology and Aging* , 20 (2), 272.
- Pratt , M. , Perez , L.G., Goenka , S., Brownson , RC, Bauman , A., Sarmiento , OL, & Hallal , P.C. (2015). can population levels of physical activity increased ? global and experience . *Progress in Cardiovascular Diseases* , 57 (4), 356–367.
- Rodriguez-Ayllon , M. , Cadenas-Sánchez , C., Estévez-López , F., Muñoz , N.E., Mora- Gonzalez , J., Migueles , J.H., Molina-García , P., Henriksson , H., Mena-Molina , A., &

- Martínez-Vizcaíno , V. (2019). Role of physical activity and sedentary behavior in the mental health of preschoolers , children and adolescents : A systematic review and meta- analysis . *Sports Medicine* , 49 (9), 1383–1410.
- Rodríguez-Fernández , A. , Zuazagoitia -Rey- Baltar , A., & Ramos-Díaz , E. (2017). Quality of life and physical activity : Their relationship with physical and psychological well-being . *Quality of Life and Quality of Working Life* , 53–70.
- Schramme , T. (2023). Health as complete well-being : The WHO definition and beyond . *Public Health Ethics* , 16 (3), 210–218.
- Schulenkorf , N ., Waqanivalu , T., Varela , A.R., & Siefken , K. (2021). Moving the agenda forward : Reflections and future outlook on physical activity in low- and middle-income countries . In *Physical Activity in Low- and Middle-Income Countries* (pp . 247–256). Routledge .
- Stevens, M. , Rees , T., Coffee , P., Steffens , N.K., Haslam , S.A., & Polman , R. (2017). A social identity approach to understanding and promoting physical activity . *Sports Medicine* , 47 (10), 1911–1918.
- Titze , S ., Em, S., & Oja , P. (2022). physical activity guidelines for health : Evolution , current status , policy context , and future outlook . *Sports Club for Health (SCforH) Movement in the European Union . Faculty of Kinesiology , University of Zagreb* , 19–31.
- Topp , C. W. , Østergaard , S.D., Søndergaard , S., & Bech , P. (2015). The WHO-5 Well-Being Index: A systematic review of the literature . *Psychotherapy and Psychosomatics* , 84 (3), 167–176.

- World Health Organisation . (2020). *WHO guidelines on physical activity and sedentary behavior* World Health Organisation .
- Yel, K. , Şencan, D., Güzel, S., & Erkıılıç , AO (2024). Physical activity , nutrition , and healthy living *International Journal of Health, Exercise , and Sport Sciences (IJOSS)* , 1 (3), 15–28.
- Yousefi , F. Naye , F., Ouellet , S., Yameogo , A.-R., Sasseville , M., Bergeron , F., Ozkan , M., Cousineau , M., Amil, S., & Rhéaume , C. (2025). Artificial intelligence in health promotion and disease reduction : Rapid review . *Journal of Medical Internet Research* , 27 , e70381.

KRONİK BOYUN AĞRISINDA KONSERVATİF REHABİLİTASYON STRATEJİLERİ: STABİLİZASYON EGZERSİZLERİ, KINEZYO BANTLAMA VE MASAJ

Abdullah SARI¹

1. GİRİŞ

Kronik boyun ağrısı, dünya genelinde kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları arasında en yaygın olanlardan biridir. Genç yetişkinlerde görülme sıklığının %42 ile %67 arasında değiştiği bildirilmektedir. Boyun ağrısı, yetişkin bireylerin çoğunun yaşamlarının bir dönemini etkilemektedir; nitekim yetişkin popülasyonun yaklaşık %20'si tekrarlayan veya kronik/ısrarcı boyun ağrısına maruz kalmaktadır. Literatürde cerrahi tedavi bulunmakla birlikte, konservatif tedavi tedavinin ilk basamağı olmalıdır. Konservatif tedavi stratejilerinde ise egzersiz terapisi, masaj uygulamaları ve bantlama müdahaleleri öne çıkmaktadır.

2. KRONİK BOYUN AĞRISI TANIMI

Kronik boyun ağrısı, anatomik olarak oksipital ve üst torasik bölgeler arasında yer alan servikal bölgede hissedilen, mekanik kökenli ve herhangi bir spesifik yapısal patolojiye, maligniteye, sistemik hastalığa, enfeksiyona veya radikülopatiyeye atfedilemeyen ağrı için kullanılan klinik bir terimdir. Literatürde bu durum sıklıkla postür bozuklukları, kas-tendon gerilmeleri, derin servikal fleksör veya ekstansör stabilizatör kas

¹ Öğr. Gör., Trabzon Üniversitesi, Tonya Meslek Yüksekokulu, Fizyoterapi Bölümü, ORCID: 0000-0002-0416-7321.

yetersizlikleri ve kronik mikrotravmalarla ilişkilendirilmektedir. Bu klinik tablo; semptomların şiddetinin servikal bölgeye binen mekanik yüklere bağlı olarak değişebildiği, çok faktörlü bir bozukluk olarak kabul edilmektedir (Goode, Freburger, Carey, & research, 2010; Misailidou, Malliou, Beneka, Karagiannidis, & Godolias, 2010).

3. KRONİK BOYUN AĞRISI RİSK FAKTÖRLERİ

Kronik boyun ağrısının etiyolojisi, biyomekanik, ergonomik ve psikososyal faktörlerin karmaşık bir etkileşimini içeren çok faktörlü bir yapıya sahiptir. Literatürde, özellikle genç yetişkin popülasyonlarda gözlemlenen yüksek prevalans oranlarının ardındaki temel risk faktörleri olarak, uzun süreli statik postüral stres ve yetersiz ergonomik çalışma koşulları öne çıkarılmaktadır(Goode et al., 2010; Kazeminasab et al., 2022).

Bilgisayar ve mobil cihaz kullanımındaki artışın tetiklediği başın öne doğru eğik duruşu, servikal omurganın mekanik yüklenme düzenini değiştirerek derin boyun fleksörlerinin inhibisyonuna ve yüzeysel kaslarda telafi edici aşırı aktiviteye yol açar. Bu biyomekanik mikro travmalarla birlikte; yüksek iş stresi, anksiyete, düşük iş tatmini ve düşük uyku kalitesi gibi psikososyal parametrelerin, merkezi mekanizmalar yoluyla ağrı algısını etkilediği ve kas tonusunu artırarak bu durumun kronikleşmesinde önemli bir rol oynadığı bilinmektedir. Bu nedenle, kronik boyun ağrısının gelişimsel patolojisi, sadece omurganın kinematik sapmalarıyla değil, aynı zamanda bireyin yaşam tarzı ve bilişsel yüküyle de doğrudan ilişkilidir (Goode et al., 2010; Kazeminasab et al., 2022).

4. KRONİK BOYUN AĞRISI VE SARI BAYRAKLAR

Literatürde “Sarı Bayraklar” olarak adlandırılan psikososyal faktörler, biyomekanik unsurlar gibi, boyun ağrısının kronikleşmesinde ve işlevselliğin giderek azalmasında kritik bir rol oynayan bilişsel, duygusal ve çevresel risk faktörleridir. Bunu besleyen en temel bilişsel bileşenlerden biri kinezyofobidir. Bu durum; bireyin ağrıyı ciddi bir yaralanmanın işareti olarak algılaması, hareketten kaçınması ve çaresizlik içinde durumu abartarak zihinsel olarak felaket senaryoları kurması anlamına gelir(Cohen & Hooten, 2017).

Duygusal düzeyde ise anksiyete, depresif ruh hali ve kronik stres, merkezi sinir sisteminin ağrı düzenleme mekanizmalarını bozarak somatosensoriyel duyarlılığı artırır ve boyun ile omuz kuşağında kas tonusunu sürekli yüksek tutar. Çevresel ve mesleki düzeyde, yüksek iş yükü veya ders yükü, zaman baskısı, düşük iş tatmini ve yönetimsel/sosyal desteğin eksikliği gibi stres faktörleri bilişsel yükü artırırken, düşük uyku kalitesi ve hareketsiz yaşam tarzı gibi davranışsal faktörler kasların fizyolojik yenilenme sürecini zayıflatır.(Elbinoune et al., 2016)

Sonuç olarak, sarı bayraklar sinir sistemini aşırı duyarlı hale getirerek (merkezi duyarlılık) ağrı-korku-yetersizlik şeklinde bir kısır döngü yaratır ve akut mekanik semptomların kronik ve tekrarlayan bir patolojiye dönüşmesine zemin hazırlar.

5. KRONİK BOYUN AĞRISI VE KIRMIZI BAYRAKLAR

Kronik boyun ağrısının klinik değerlendirmesinde “Kırmızı Bayraklar”, ağrının mekanik bir nedenden ziyade acil tıbbi müdahale, ileri tetkik veya cerrahi konsültasyon gerektiren

ciddi, sistemik veya yapısal bir altta yatan duruma bağlı olduğunu gösteren uyarı işaretleri ve semptomlardır. Bu göstergelerin ortaya çıkmasıyla birlikte, üst ekstremitelerde ilerleyici motor kayıp (kas atrofisi, belirgin güçsüzlük) ve yürüme/denge bozuklukları veya kauda ekinaya benzer sfinkter kontrolü kaybı (idrara/bağırsak kontrolü) şeklinde kendini gösteren servikal miyelopati şüphesi görülür(Childress & Stueck, 2020).

Kanser öyküsü, açıklanamayan kilo kaybı, gece terlemeleri ve dinlenirken bile geçmeyen inatçı gece ağrıları, malignite (tümör veya metastaz) olasılığını kuvvetle akla getirir. Buna eşlik eden yüksek ateş, titreme, yakın zamanda geçirilmiş enfeksiyonlar ve immünoşüpresif ilaç kullanımı servikal enfeksiyonu düşündürürken, yakın zamanda geçirilmiş yüksek enerjili travma, düşme veya trafik kazaları potansiyel instabilite veya servikal omurga kırığını işaret eder(Gündüz & Balta, 2017; Ylinen, 2007).

Ayrıca, boyun ağrısı, baş dönmesi, nistagmus (istemsiz göz seğirmesi), yutma güçlüğü (disfaji) veya dizatri gibi semptomların eşlik ettiği şiddetli, ani başlangıçlı baş ağrıları da servikal arter diseksiyonu gibi hayatı tehdit eden vasküler patolojilere işaret edebilir(Ylinen, 2007).

6. KRONİK BOYUN AĞRISI VE KONSERVATİF TEDAVİSİ

Kronik boyun ağrısının konservatif tedavisi; cerrahi veya invaziv müdahalelere gerek kalmadan semptomları azaltmayı, servikal kinematığı düzeltmeyi ve işlevselliği iyileştirmeyi amaçlayan kapsamlı, kanıta dayalı, çok yönlü bir yaklaşımı ifade eder. Bu tedavi stratejisinin temelinde, ağrıyı hafifletmek ve inflamasyonu kontrol altına almak için kullanılan non-steroid antiinflamatuar ilaçlar (NSAID'ler) ve kas gevşeticiler gibi farmakolojik ajanlar ile ağrıya bağlı kinezofobiyi azaltmak için

tasarlanmış kapsamlı hasta eğitimi ve ergonomik düzenlemeler yer alır(Gross et al., 2007).

Klinik yönetimde, manuel terapi teknikleri (servikal ve torasik mobilizasyon ve manipülasyon) ve tetik noktalarını hedefleyen yumuşak doku teknikleri, hareket açıklığını (ROM) artırmada, mekanik kısıtlamaları gidermede ve ağrı eşliğini yükseltmede önemli rol oynar.

Konservatif tedavinin en dinamik ve uzun süreli bileşenini oluşturan egzersiz programları, derin boyun fleksörlerinin aktivasyonunu, skapular stabilizasyonu, postüral farkındalığı ve ilerleyici direnç antrenmanını içerir. Ayrıca, akut veya subakut fazda proprioseptif girdiyi desteklemek, mekanik yükü optimize etmek ve hastanın hareket sırasındaki konforunu artırmak için kinezyolojik veya dinamik bantlama teknikleri kullanılabilir. Yumuşak dokularda ağrı eşliğini yükseltmek için masaj teknikleri kullanılır(Gross et al., 2007).

7. KRONİK BOYUN AĞRISI VE STABİLİZASYON EGZERSİZLERİ

Kronik boyun ağrısı, servikal omurgadaki patofizyolojik süreçlerin mekanik sınırları aşması sonucu, merkezi duyarlılaşma ve nöromüsküler yeniden düzenlenme mekanizmaları yoluyla kronikleşmeye yol açan ve biyomekanik ile bilişsel bileşenlerin iç içe geçtiği karmaşık bir klinik durumdur(Dusunceli, Ozturk, Atamaz, Hepguler, & Durmaz, 2009).

Bu durumun etiyojisi ve devamlılığındaki temel faktörler arasında dejeneratif yapısal değişikliklerin yanı sıra, servikal segmentlerin mikromekanik stabilitesinden sorumlu derin stabilizatör kasların (özellikle longus colli, longus capitis ve multifidus kasları) bozulmuş motor kontrol mekanizmaları yer alır. (Dusunceli et al., 2009)

Derin stabilizatör sistem içindeki bu fonksiyonel inhibisyon ve gecikmiş aktivasyon örüntüleri, omurganın segmental düzeyde segmental nötr bölgeyi koruma yeteneğini zayıflatır; bu yetersizliği telafi etmek için sternokleidomastoid, trapezius ve diğer kaslar devreye girer. Bu durum, genel mobilizatör görevi gören skalen kasları gibi yüzeysel kas gruplarında aşırı aktiviteye (hiperaktivite) ve artan sertliğe yol açabileceği düşünülmektedir(Dusunceli et al., 2009).

Yüzeysel kasların sürekli ve verimsiz aşırı yüklenmesi, kas içi basıncı artırarak lokal iskemiye, miyofasiyal tetik noktalarının oluşumuna ve sinir sistemi boyunca nosiseptif afferent girdilerin sürekli uyarılmasına yol açmaktadır(Griffiths, Dziedzic, Waterfield, & Sim, 2009).

Bu patofizyolojik döngüye özel olarak müdahale eden servikal stabilizasyon egzersizleri, kranioservikal fleksiyon (çene içeri çekme) gibi spesifik, düşük yük motor kontrol yaklaşımları kullanarak, lokal stabilizasyon kaslarını izole olarak yeniden aktive etmeyi ve global kasların aşırı hiperaktivitesini nöral düzeyde inhibe etmeyi amaçlar(Griffiths et al., 2009).

Zamanla kademeli olarak skapulotorasik stabilizasyon ve kinetik zincir entegrasyonu yoluyla ilerleyen bu egzersiz protokolleri, kasların mekanik desteğini ve yük taşıma kapasitesini artırmakla beraber aynı zamanda merkezi sinir sistemindeki bozulmuş vücut şemasını da (kortikal yeniden yapılanma) restore eder(Griffiths et al., 2009).

Sonuç olarak, kronik boyun ağrısında kanıta dayalı stabilizasyon egzersizlerinin nihai klinik amacı, mekanik dengesizliği ortadan kaldırmak ve ağrı algısını düzenlemek, hastanın hareket korkusunu (kinezyofobi) hem bilişsel hem de fiziksel düzeyde kırmak ve böylece kronik ağrı – fonksiyon kaybı – yetersiz motor kontrolü kısır döngüsünü kalıcı olarak kırmayı amaçlamaktadır.

8. KRONİK BOYUN AĞRISI VE KİNEZYO BANT UYGULAMASI

Kronik boyun ağrısının çok yönlü konservatif tedavisinde, kinezyo bantlama, proprioseptif girdiyi artırmayı, mekanik yüklemeyi optimize etmeyi ve ağrı modülasyonunu desteklemeyi amaçlayan, yaygın olarak kullanılan bir nörosensoryel ve mekanik destek stratejisidir. Kronik servikal patolojilerde, bozulmuş afferent (duyusal) sinyaller ve azalmış mekanoreseptör duyarlılığı, eklem pozisyon hissini kaybına ve telafi edici postüral sapmalara yol açar; kinezyo bandın cilde uygulanmasıyla oluşan mikroskobik kıvrımlar (katlar), somatosensoryel sistemi uyarır, göz içi basıncını azaltır, lokal kan ve lenf dolaşımını artırır ve nosiseptörler üzerindeki kimyasal ve mekanik stresi hafifletir.

Klinik uygulamada, kronik süreçte aşırı aktif ve gergin olan trapezius ve sternokleidomastoid kasları üzerinde, Sternokleidomastoideus gibi yüzeysel mobilizatör kaslara inhibisyon teknikleri (Kas gevşemesini uyarmak için eklem yerinden kökenine doğru düşük gerilimle) uygulandığında aşağıdaki yöntemler kullanılır: Sternokleidomastoideus kas gevşemesi; Atrofiye uğramış ve aktivasyonu gecikmiş derin servikal ve skapular stabilizatör kas grupları için, kas aktivasyonunu desteklemek amacıyla kolaylaştırma teknikleri tercih edilir(Saavedra-Hernández et al., 2012).

Ek olarak, öne eğik baş duruşu gibi kronik biyomekanik yanlış hizalanmaları düzeltmek, servikal faset eklemlerindeki statik yükleri azaltmak ve hastaya dokunsal postüral biyofeedback sağlamak için mekanik veya düzeltici bantlama kombinasyonları kullanılır. Literatür, kinezyo bantlamının kendi başına kalıcı bir terapötik etkiye sahip olmadığını, bunun yerine özellikle ağrılı dönemlerde akut analjezik etkisi ve artan hareket kolaylığı sayesinde hastanın kinezyofobisini ortadan kaldıran ve böylece hastanın aktif egzersiz ve stabilizasyon programlarına

daha erken ve daha uyumlu bir şekilde katılmasını sağlayan fonksiyonel bir kolaylaştırıcı olarak genel kabul gördüğünü göstermektedir(Alahmari et al., 2020; Saavedra-Hernández et al., 2012).

9. KRONİK BOYUN AĞRISI VE MASAJ UYGULAMALARI

Kronik boyun ağrısının konservatif rehabilitasyonunda masaj teknikleri, nöromusküler, vasküler ve psikososyal mekanizmalar yoluyla doku mobilizasyonunu ve ağrı modülasyonunu hedefleyen, geleneksel ve kanıta dayalı bir tamamlayıcı klinik stratejidir. Servikal bölgedeki kronik kas hiperaktivitesi ve iskemi, kas içi basıncın artmasına yol açarak miyofasiyal tetik noktalarının oluşumuna ve fibrotik doku değişikliklerine neden olur. Derin doku masajı, sürtünme ve tetik noktası kompresyonu gibi bu patolojiyi hedef alan spesifik manuel teknikler, lokal mikrosirkülasyonu ve lenfatik drenajı iyileştirerek, iskemi ile ilişkili birikmiş nosiseptif metabolitlerin atılmasını kolaylaştırır.(Qing et al., 2021)

Nörofizyolojik düzeyde masaj, “Ağrı Kapısı Kontrol Teorisi”ne uygun olarak, cilde uygulanan mekanik stimülasyon yoluyla geniş çaplı A-beta afferent liflerini aktive ederek omurilik düzeyinde ağrı sinyallerini bastırırken, aynı zamanda parasempatik sinir sistemini uyarır, kortizol düzeylerini düşürür ve genel kas tonusunda gevşeme sağlar ve böylece iyileşme yönünde olumlu katkılar sunar(Saha et al., 2017; Sherman, Cherkin, Hawkes, Miglioretti, & Deyo, 2009).

Masaj, kronik ağrı ile ilişkili anksiyete ve stres gibi psikososyal bileşenleri (sarı bayraklar) ele alarak, değişmiş ağrı algısını olumlu yönelimli bir modüle dönüştürür. Ancak literatür, masajın tek başına kalıcı, uzun süreli veya biyomekanik düzeltmeler sağlamadığını vurgulamaktadır; bu nedenle masaj,

geçici analjezik ve kas gevşetici etkiler yoluyla servikal uzuvların hareket açıklığını (ROM) artırarak aktif stabilizasyon ve egzersiz protokollerine daha erken ve daha rahat bir şekilde hazırlanmayı sağlayan pasif bir kolaylaştırıcı olarak çok modlu bir tedavi planına entegre edilir(Kang & Kim, 2022).

10. SONUÇ

Kronik boyun ağrısı yalnızca lokal bir kas-iskelet sistemi sorunu değildir; birbiriyle iç içe geçmiş biyomekanik yetersizlikler, ciddi stabilizatör kas disfonksiyonları ve psikososyal faktörleri (sarı bayraklar) içeren çok boyutlu bir patolojidir. Klinik tedavide, masaj ve kinezyo bantlama gibi pasif yöntemler, akut ağrı giderimi ve hareket rahatlığı sağlayarak hastayı tedaviye hazırlayan önemli yardımcı unsurlardır; ancak kalıcı iyileşme ve nükslerin önlenmesi, hastayı sürecin merkezine yerleştiren kanıta dayalı aktif stabilizasyon ve motor kontrol egzersizlerinin uzun vadeli rehabilitasyon protokollerine entegre edilmesi yoluyla mümkündür.

KAYNAKÇA

- Alahmari, K. A., Reddy, R. S., Tedla, J. S., Samuel, P. S., Kakaraparathi, V. N., Rengaramanujam, K., & Ahmed, I. J. B. m. d. (2020). The effect of Kinesio taping on cervical proprioception in athletes with mechanical neck pain—a placebo-controlled trial. *21*(1), 648.
- Childress, M. A., & Stueck, S. J. (2020). Neck Pain: Initial Evaluation and Management. *Am Fam Physician*, *102*(3), 150-156.
- Cohen, S. P., & Hooten, W. M. J. B. (2017). Advances in the diagnosis and management of neck pain. 358.
- Dusunceli, Y., Ozturk, C., Atamaz, F., Hepguler, S., & Durmaz, B. J. J. o. r. m. (2009). Efficacy of neck stabilization exercises for neck pain: a randomized controlled study. *41*(8), 626-631.
- Elbinoune, I., Amine, B., Shyen, S., Gueddari, S., Abouqal, R., & Hajjaj-Hassouni, N. J. T. P. A. M. J. (2016). Chronic neck pain and anxiety-depression: prevalence and associated risk factors. *24*, 89.
- Goode, A. P., Freburger, J., Carey, T. J. A. c., & research. (2010). Prevalence, practice patterns, and evidence for chronic neck pain. *62*(11), 1594-1601.
- Griffiths, C., Dziedzic, K., Waterfield, J., & Sim, J. J. T. J. o. r. (2009). Effectiveness of specific neck stabilization exercises or a general neck exercise program for chronic neck disorders: a randomized controlled trial. *36*(2), 390-397.
- Gross, A. R., Goldsmith, C., Hoving, J. L., Haines, T., Peloso, P., Aker, P., . . . rheumatology, C. O. G. J. T. J. o. (2007). Conservative management of mechanical neck disorders: a systematic review. *34*(5), 1083-1102.

- Gündüz, H., & Balta, S. J. T. D. (2017). Kronik boyun ağrılı hastada muayene yöntemleri. *16*(2), 89-96.
- Kang, T., & Kim, B. (2022). Cervical and scapula-focused resistance exercise program versus trapezius massage in patients with chronic neck pain: A randomized controlled trial. *Medicine (Baltimore)*, *101*(39), e30887. doi:10.1097/md.0000000000030887
- Kazeminasab, S., Nejadghaderi, S. A., Amiri, P., Pourfathi, H., Araj-Khodaei, M., Sullman, M. J., . . . Safiri, S. J. B. m. d. (2022). Neck pain: global epidemiology, trends and risk factors. *23*(1), 26.
- Misailidou, V., Malliou, P., Beneka, A., Karagiannidis, A., & Godolias, G. J. J. o. c. m. (2010). Assessment of patients with neck pain: a review of definitions, selection criteria, and measurement tools. *9*(2), 49-59.
- Qing, W., Shi, X., Zhang, Q., Peng, L., He, C., & Wei, Q. (2021). Effect of Therapeutic Ultrasound for Neck Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Arch Phys Med Rehabil*, *102*(11), 2219-2230. doi:10.1016/j.apmr.2021.02.009
- Saavedra-Hernández, M., Castro-Sánchez, A. M., Arroyo-Morales, M., Cleland, J. A., Lara-Palomo, I. C., Fernandez-De-Las-Penas, C. J. j. o. o., & therapy, s. p. (2012). Short-term effects of kinesio taping versus cervical thrust manipulation in patients with mechanical neck pain: a randomized clinical trial. *42*(8), 724-730.
- Saha, F. J., Schumann, S., Cramer, H., Hohmann, C., Choi, K.-E., Rolke, R., . . . Lauche, R. J. C. m. r. (2017). The effects of cupping massage in patients with chronic neck pain-a randomised controlled trial. *24*(1), 26-32.

- Sherman, K. J., Cherkin, D. C., Hawkes, R. J., Miglioretti, D. L., & Deyo, R. A. J. T. C. j. o. p. (2009). Randomized trial of therapeutic massage for chronic neck pain. 25(3), 233-238.
- Ylinen, J. J. E. m. (2007). Physical exercises and functional rehabilitation for the management of chronic neck pain. 43(1), 119.

**FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON ALANINDA
AKADEMİK TARTIŞMALAR**

yaz
yayınlari

YAZ Yayınları
M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3
İscehisar / AFYONKARAHİSAR
Tel : (0 531) 880 92 99
yazyayinlari@gmail.com • www.yazyayinlari.com