

Kronik Boyun Ağrısı Olan Bireylerde Ağrı Şiddeti, Servikal Kas Kuvveti, Propriocepsiyon ve Denge Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi

Investigation of Relationships Between Pain Intensity, Cervical Muscle Strength, Proprioception and Balance in Individuals with Chronic Neck Pain

Hikmet KOCAMAN¹, Nazım Tolgahan YILDIZ¹, Mehmet CANLI², Halil ALKAN³

¹Dr. Öğr. Üyesi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Karaman, Türkiye

²Öğretim Görevlisi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu, Kırşehir, Türkiye

³Doç. Dr., Muş Alparslan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Muş, Türkiye

ÖZ

Amaç: Çalışmanın amacı, kronik boyun ağrısı (KBA) olan bireylerde ağrı şiddeti, servikal kas kuvveti, propriocepsiyon ve denge arasındaki ilişkileri incelemektir. **Gereç ve Yöntem:** Çalışmaya 45 KBA'lı birey ve 46 boyun ağrısı olmayan sağlıklı birey dahil edildi. KBA'lı bireylerde istirahat ve aktivite sırasındaki boyun ağrısı şiddetleri görsel analog skala ile, her iki gruptaki bireylerin servikal fleksör ve ekstansör kas kuvveti izometrik dinamometre ile, servikal bölge propriocepsiyon duygusu servikal eklem pozisyon hata testi ile ve statik ve dinamik denge Biodex denge sistemi ile değerlendirildi. **Sonuçlar:** Sağlıklı bireylerle karşılaştırıldığında KBA'lı bireylerin servikal fleksör ve ekstansör kas kuvvetlerinin daha düşük, servikal bölge propriocepsiyonunun ve statik ve dinamik dengelerinin daha kötü olduğu bulundu ($p<0,05$). KBA'lı bireylerde, ağrı şiddeti ile, servikal kas kuvvetleri, servikal bölge propriocepsiyonu ve statik-dinamik denge ilişkiliydi ($p<0,05$). Ayrıca, KBA'lı bireylerde, servikal bölge propriocepsiyonu, servikal kas kuvvetleri ve statik-dinamik denge ile ilişkiliydi ($p<0,05$). **Tartışma:** KBA'da ağrı şiddetinin artmasıyla servikal kas kuvveti, propriocepsiyon ve denge zayıflayabilir, propriocepsiyonun zayıflaması dengeyi olumsuz etkileyebilir.

Anahtar Kelimeler: Kronik boyun ağrısı; Kas kuvveti; Propriocepsiyon; Denge.

ABSTRACT

Purpose: The aim of the study was to examine the relationships between pain intensity, cervical muscle strength, proprioception, and balance in individuals with chronic neck pain (CNP). **Material and Methods:** The study included 45 individuals with CNP and 46 healthy individuals without neck pain. Neck pain intensity at rest and during activity was assessed by a visual analog scale in the CNP group, cervical flexor and extensor muscle strength was assessed by an isometric dynamometer, cervical proprioception was assessed by cervical joint position error test, and static and dynamic balance was assessed by Biodex balance system in both groups. **Results:** Compared with healthy individuals, individuals with CNP had lower cervical flexor and extensor muscle strength, worse cervical proprioception, and worse static and dynamic balance ($p<0.05$). In individuals with CNP, pain intensity was associated with cervical muscle strength, cervical proprioception, and static-dynamic balance ($p<0.05$). In addition, cervical proprioception was associated with cervical muscle strength and static-dynamic balance in individuals with CNP ($p<0.05$). **Discussion:** Cervical muscle strength, proprioception, and balance may weaken with increasing pain intensity in CNP, and the weakening of proprioception may negatively affect balance.

Keywords: Chronic neck pain; Muscle strength; Proprioception; Balance.

Sorumlu Yazar (Corresponding Author): Hikmet KOCAMAN E-mail: kcmnhikmet@gmail.com

ORCID ID: 0000-0001-5971-7274

Geliş Tarihi (Received): 14.07.2023; Kabul Tarihi (Accepted): 16.08.2023

Dünya çapında %16,7 ila %75,1 arasında değişen prevalansa sahip olan boyun ağrısı, en yaygın görülen kas-iskelet sistemi kaynaklı bozukluklardan biridir (Cohen, 2015; Fejer, Kyvik ve Hartvigsen, 2006). Üç aydan uzun süren boyun ağrısı kronik boyun ağrısı (KBA) olarak adlandırılır. Bilgisayar kullanım süresinin artmasıyla, teknolojinin gelişmesiyle ve modern yaşam tarzının benimsenmesiyle birlikte KBA'nın görülme sıklığı giderek artmaktadır. Bu durum ise işgücü kaybına, çalışma saatlerinin azalmasına, günlük yaşam aktivitelerinde kısıtlı katılıma ve uyku bozukluklarına neden olabilmektedir (Jahre ve ark., 2020). Ayrıca, sağlık sistemi üzerinde azımsanamaz bir ekonomik yük oluşturma potansiyeline sahiptir (Dieleman ve ark., 2020).

Kronik ağrı, ağrılı vücut bölümlerinde algılanan vücut imajının bozulmasına neden olabilmektedir. Bu bozulma ile birlikte kronik ağrının şiddetinde artma ve ağrı süresinde uzama gibi problemler görülebilmektedir. Boyun ağrısı olan bireylerde, boyun kaslarının ve duyu reseptörlerinin fonksiyonu da bozulabilmekte ve vücut öz farkındalığına katkıda bulunan bilgilerin doğruluğu etkilenebilmektedir (Aslıyüce ve ark., 2022). Literatür incelendiğinde KBA'nın nedenlerinden birisinin proprioseptif yetersizlik olduğu ve buna bağlı olarak sensorimotor entegrasyonun bozulabileceği belirtilmiştir (Revel, Andre-Deshays ve Minguet, 1991). Proprioepsyonun birincil bileşeni olan eklem pozisyon hissini bozulmasının, servikal bölgeyi savunmasız hale getirerek yaralanmalara zemin hazırlayabileceği ve uzun vadede boyun ağrısının nüks etmesine neden olabileceği rapor edilmiştir (Treleaven, 2008; Treleaven, 2017).

Servikal sensorimotor entegrasyon proprioseptif, vestibüler ve görsel girdilerin işlenmesini sağlar. Böylece gerekli motor aktivasyonlar gerçekleştirilerek uygun vücut postürü ve dengesi sağlanır (Treleaven, 2008). Servikal bölge, lumbal bölgeye göre proprioseptör sayısı bakımından daha zengindir. Servikal bölgenin özel proprioseptif sistemi, statik ve dinamik dengenin sağlanmasında oldukça önemli olan reflekslerinin gerçekleştirilmesinden ve sürdürülmesinden sorumludur.

KBA olan kişilerde, servikal bölgedeki proprioseptif duyunun ve vücut dengesinin olumsuz yönde etkilenebileceğini öne süren araştırmalar mevcuttur (Gandevia ve ark., 1992; Michiels ve ark., 2013). Boyun ağrısı olan erişkin bireylerde yapılan çalışmalarda, servikal bölgedeki derin stabilizatör kasların fonksiyonunun olumsuz yönde

etkilenebileceği, boyun kas kuvveti ve endüransının azalabileceği ve eklem pozisyon hissinde bozulmaların olabileceği bildirilmiştir (Andias ve Silva, 2019; Onan ve ark., 2020). Bununla birlikte, literatür incelendiğinde KBA olan bireylerde servikal bölge kas kuvveti, proprioseptif duyu ve vücut dengesinin incelendiği çalışma sayısının oldukça kısıtlı olduğu ve bu çalışmalarda çelişkili sonuçların olduğu görülmektedir (Aslıyüce ve ark., 2022; Onan ve ark., 2020).

Yüksek görülme sıklığına sahip olan ve işgücü kaybına, günlük yaşam aktivitelerinde kısıtlanmaya ve yaşam kalitesinin düşmesine neden olabilen KBA'da, servikal bölge kas kuvveti, proprioseptif duyu ve vücut dengesi arasındaki olası ilişkilerin ortaya koyulması, bu faktörler arasındaki ilişkilerin daha iyi anlaşılmasını sağlayarak KBA'lı bireylerde değerlendirme ve tedavi stratejileri oluşturulurken yol gösterici olabilir.

KBA'lı bireylerde servikal bölge kas kuvveti, proprioseptif duyu ve vücut dengesi arasında ilişkiler olabileceği ve ayrıca bu parametreler bakımından da KBA'lı bireyler ile sağlıklı bireyler arasında farklılıklar olabileceği varsayılmıştır. Bunlar göz önünde bulundurulduğunda bu çalışmanın iki temel amacı vardı. Birincil amacı, KBA'lı bireylerde servikal bölge kas kuvveti, proprioseptif duyu ve vücut dengesi arasındaki ilişkileri incelemektir. İkincil amacı, KBA'lı bireyleri servikal bölge kas kuvveti, proprioseptif duyu ve vücut dengesi arasındaki bakımından sağlıklı bireylerle karşılaştırmaktır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Kesitsel vaka-kontrollü bir çalışma olarak tasarlanan araştırma, 45 KBA olan birey ve 46 boyun ağrısı olmayan sağlıklı birey ile gerçekleştirildi. Mevcut çalışma Helsinki Bildirgesi'ne uygun olarak yürütüldü. Çalışmaya başlamadan önce bütün katılımcılardan yazılı bilgilendirilmiş onam alındı. Çalışmaya Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Polikliniğine boyun ağrısı şikayetleri ile başvuran ve uzman hekimler tarafından KBA teşhisi konulmuş 45 hasta ve yine uzman hekimler tarafından muayene edilerek boyun ağrısı olmayan sağlıklı 46 birey dahil edildi. KBA olan grup için dahil edilme kriterleri; en az altı aydır boyun ağrısı olmak, son bir yıl içinde boyun ağrısına yönelik herhangi bir tedavi alamamış olmak, servikal bölgeyi içeren radiküler ağrı, travma ve cerrahi öyküsü olmamaktır. Sağlıklı gruba son bir yılda hiç boyun ağrısı öyküsü olmayan bireyler dahil edildi. Sistemik, psikiyatrik ve nörolojik hastalık tanısı bulunan, servikal miyelopati, malignite ve ortopedik travma öyküsü olan, denge ve vestibüler sistemi etkileyebilecek herhangi bir rahatsızlığı (vestibüler

bozukluk gibi) bulunan ve çalışmaya katılmayı reddeden bireyler çalışmaya dahil edilmedi.

Değerlendirme Araçları

KBA'lı bireylerde boyun ağrısının şiddeti görsel analog skala (GAS) ile, her iki gruptaki bireylerde servikal bölge fleksör ve ekstansör kas kuvveti izometrik dinamometre ile, servikal bölge propriosepsiyon duyusu servikal eklem pozisyon hatası testi (SEPHT) ile ve dinamik ve statik denge değerleri "Biodex Denge Sistemi" ile değerlendirildi.

Boyun Ağrısı Şiddeti: KBA'lı bireylerin dinlenme ve aktivite sırasındaki ağrı şiddeti değerleri GAS ile değerlendirildi. GAS, bir ucunda "ağrı yok" ve diğer ucunda "mümkün olan en şiddetli ağrı" yazan 10 cm'lik düz bir çizgiden oluşmaktaydı. Bireylerden dinlenme ve aktivite sırasındaki ağrı şiddetini düz çizgi üzerinde ayrı ayrı işaretlemeleri istendi. "Ağrı yok" ibaresinin olduğu uçtan işaretli noktaya kadar olan mesafe milimetrik cetvel ile ölçüldü ve bu değer ağrı şiddeti santimetre (cm) olarak kaydedildi (Langley ve Sheppard, 1985).

Kas Kuvveti: Her iki gruptaki bireylerde servikal bölge fleksör ve ekstansör kaslarının maksimal izometrik kas kuvveti Lafayette marka portatif dinamometre (Lafayette Manual Muscle Test System model 01163; Lafayette Instrument Company, Lafayette, USA) ile de Oliveira Carnevalli ve arkadaşlarının (de Oliveira Carnevalli ve ark., 2018) çalışmasında tanımlandığı şekilde ölçüldü. Servikal fleksör kas kuvveti, katılımcılar sırtüstü pozisyonda, baş ve boyun nötr pozisyonda, diz fleksiyonda ve kollar vücudun yanında iken ölçüldü. Servikal ekstansör kas kuvveti, katılımcılar yüzüstü pozisyonda ve kollar vücudun yanında olacak şekilde ölçüldü. Ölçümler sırasında katılımcılardan, test boyunca (3-5 saniye) portatif dinamometre cihazına karşı maksimum kuvvet oluşturmaları istendi. Fleksör ve ekstansör kasların kuvvet ölçümlerinde her bir ölçüm arasında birer dakikalık dinlenme süresi verilecek şekilde üçer ölçüm gerçekleştirildi. Hem fleksör hem de ekstansör kaslar için üç ölçümün ortalaması alınarak kaydedildi. Servikal bölgede fleksör ve ekstansör kasların maksimal izometrik kas kuvvetlerinin portatif dinamometre ile ölçülmesinin güvenilir ve uygulaması kolay bir yöntem olduğu bildirilmiştir (de Oliveira Carnevalli ve ark., 2018).

Servikal Bölge Propriosepsiyon Duyusu: Katılımcıların servikal bölge propriosepsiyon duyusu, Ulutatar ve arkadaşlarının çalışmasında (Ulutatar ve ark., 2019) tarif edildiği şekilde eklem pozisyon hissini ölçülmesiyle değerlendirildi. Eklem pozisyon hissi SEPHT yöntemi ile, fleksiyon (SEPHT-fleksiyon), ekstansiyon (SEPHT-ekstansiyon), sol rotasyon (SEPHT-ekstansiyon) ve sağ rotasyon (SEPHT-sağ rotasyon) olmak üzere dört yönde değerlendirildi. Her bir yön için ilk dördü deneme amaçlı olmak üzere

on ölçüm yapıldı ve her bir yön için son altı ölçümün ortalaması alındı. Ölçüm prosedürü için ortasında lazer ışık kaynağı bulunan lazer aparatı, göz bandı ve 40 cm çapında, trigonometrik bölümleri olan bir hedef kullanıldı. Hasta gözleri kapalı ve başı nötr pozisyonda olacak şekilde bir sandalyeye oturtuldu, hedef 90 cm mesafeye yerleştirildi. Hedef her hastanın boyuna göre ayarlandı. Lazer aparatı katılımcının başına yerleştirildi ve baş nötr pozisyondayken lazerin hedefte "0" noktasında olduğu pozisyon başlangıç pozisyonu olarak kabul edildi. Ölçümlerde her bir yön için katılımcılardan gözler kapalı olarak maksimum aktif servikal fleksiyon, ekstansiyon, sağ ve sol rotasyon yapmaları istendi. Daha sonra katılımcıdan başını nötr başlangıç pozisyonuna getirmesi istendi. Katılımcının başının geldiği nokta ile başlangıç noktası arasındaki açı hedef üzerinde değerlendirildi ve bu değer her yön için eklem pozisyon hissi sapma miktarı olarak derece cinsinden kaydedildi. Bu değerlerin yüksek olması propriosepsiyonun kötü olduğunu göstermektedir (Ulutatar ve ark., 2019; Özüdoğru ve ark., 2023).

Statik-Dinamik Denge: Çalışmaya dahil edilen KBA'lı ve sağlıklı bireylerin statik ve dinamik dengeleri dengenin değerlendirilmesinde geçerli ve güvenilir olduğu gösterilen "Biodex Denge Sistemi" (Biodex Medical Systems, Shirley, NY, 11,967-0702, ABD) ile ölçüldü. Bu cihaz çok eksenli bir platform ve kişinin ağırlık merkezini temsili nokta olarak ekrana yansıtan bir sistemden oluşmaktadır. İlk olarak katılımcıların statik dengeleri gözler açık ve ayaklar çıplak olacak şekilde sabit platform üzerinde değerlendirildi. Ardından hareketli platform üzerinde dinamik dengeleri değerlendirildi. Hem statik hem de dinamik denge ölçümlerinde sonuç ölçütü olarak anterior-posterior (AP), medial-lateral (ML) ve toplam değer (Overall score-OS) olmak üzere üç farklı ve toplamda altı salınım miktarı cm cinsinden elde edildi. Toplam 20'şer saniyeden oluşan statik ve dinamik denge ölçümlerinin her biri, ölçümler arasında 10'ar saniye dinlenme araları verilerek üçer kez tekrarlandı. Statik ve dinamik denge parametrelerinin sonuç ortalamaları (AP, ML, OS) cihaz tarafından otomatik olarak hesaplandı. Daha yüksek salınım miktarları, statik veya dinamik dengenin kötü olduğunu gösterir (Baldwin ve ark., 2004).

İstatistiksel Analiz

Çalışma bulgularına göre, G*Power programı kullanılarak post hoc güç analizi yapıldığında dinamik AP salınım değerlerine göre etki büyüklüğü 0,66 olarak bulunmuştur. Güç analizinde %95 güven aralığı, 0,05 anlamlılık düzeyi, 0,66 etki büyüklüğü ve 91 katılımcı baz alınarak araştırmanın gücü %94 olarak hesaplanmış ve gücü yeterli olarak

değerlendirilmiştir.

İstatistiksel analizler, SPSS yazılımı, version 24.0 (IBM SPSS Statistics for Windows, Sürüm 24.0, Armonk, NY: IBM Corp., ABD) kullanılarak yapıldı. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu görsel (histogram ve olasılık grafikleri) ve analitik yöntemler (Shapiro-Wilk ve Kolmogorov-Smirnov Testleri) kullanılarak incelendi. Tanımlayıcı istatistikler sayısal değişkenler için ortalama ve standart sapma kullanılarak verildi. Nominal değişkenler için ise sayı ve yüzde olarak verildi. Bağımsız iki grubun normal dağılım göstermeyen sayısal verilerinin karşılaştırılmasında Mann-Whitney U testi testi kullanılırken, kategorik verilerinin karşılaştırılmasında Pearson Ki-Kare testi kullanıldı. KBA'lı bireylerde, ölçülen değerler arasındaki ilişkiler Spearman Korelasyon Analizi ile incelendi. Spearman Korelasyon katsayısının 0,7 ile 1,0

arasında olması yüksek korelasyon, 0,4 ile 0,7 arasında olması orta düzey korelasyon ve 0,4'ten küçük olması düşük korelasyon olarak kabul edildi (Schober ve ark., 2018). İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edildi.

SONUÇLAR

Çalışmaya dahil edilen KBA'lı bireylerle sağlıklı bireylerin demografik özelliklerinin karşılaştırılması Tablo 1'de verilmiştir. KBA'lı bireylerin demografik özellikleri sağlıklı bireyler ile karşılaştırıldığında, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı ($p > 0,05$) görüldü. Bu sonuç gruplarının demografik özelliklerin dağılımı açısından benzer olduğunu göstermektedir.

Tablo 1. KBA'lı bireylerin demografik özelliklerinin sağlıklı bireylerle karşılaştırılması.

		KBA Olan Grup		Sağlıklı Grup		p
		Ortalama±SS		Ortalama±SS		
Yaş (yıl)		42,48±7,94		40,76±6,68		0,161
Boy (cm)		167,72±9,16		169,44±9,46		0,823
Kilo (kg)		73,32±19,50		74,96±14,53		0,528
VKİ (kg/m ²)		26,10±5,14		26,75±4,48		0,877
Ağrı Şiddeti-istirahat (cm)		3,58±2,03		-		-
Ağrı Şiddeti-aktivite (cm)		5,84±2,16		-		-
Ağrı Süresi (ay)		13,24±4,83		-		-
		n	(%)	n	(%)	
Cinsiyet	Erkek	20	44,4	22	47,8	0,395
	Kadın	25	55,6	24	52,2	

KBA: Kronik boyun ağrısı, SS: Standart Sapma, VKİ: Vücut Kütle İndeksi

Statik ve dinamik denge salınım miktarları, servikal bölge pozisyon hatası miktarları ve servikal bölge fleksör ve ekstansör kas kuvveti değerleri bakımından KBA'lı bireyler ile sağlıklı bireylerin karşılaştırılması Tablo 2'de verilmiştir. Değerlendirilen tüm değişkenler bakımından iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu bulundu ($p < 0,05$). Sağlıklı bireylerle kıyaslandığında KBA'lı bireylerin, bütün statik ve dinamik denge salınım miktarlarının ve bütün yönlerdeki servikal bölge pozisyon hatası miktarlarının daha yüksek olduğu, servikal bölge fleksör ve ekstansör kas kuvveti değerlerinin ise daha düşük olduğu görüldü.

KBA'lı bireylerde istirahat ve aktivite sırasındaki boyun ağrısı şiddeti, servikal bölge fleksör ve ekstansör kas kuvveti, servikal bölge pozisyon hatası miktarları ve statik ve dinamik denge salınım miktarları arasındaki ilişkiler Tablo 3'te verilmiştir. KBA'lı bireylerde istirahat ve aktivite sırasındaki boyun ağrısı şiddetleri ile, servikal bölge fleksör ve ekstansör kas kuvveti arasında yüksek düzeyde negatif anlamlı ilişkiler olduğu görülürken ($p < 0,05$), bütün yönlerdeki servikal bölge pozisyon hatası miktarları arasında yüksek düzeyde pozitif anlamlı

ilişkiler olduğu tespit edildi ($p<0,05$). Ayrıca, KBA'lı bireylerde istirahat ve aktivite sırasındaki boyun ağrısı şiddetleri ile statik ve dinamik denge salınım miktarları arasında düşük düzeyde pozitif anlamlı ilişkiler ($p<0,05$) görüldü. Servikal bölge fleksör ve ekstansör kas kuvveti değerleri ile bütün yönlerdeki servikal bölge pozisyon hatası miktarları arasında

orta düzeyde negatif anlamlı ilişkiler olduğu görüldü ($p<0,05$). Bütün yönlerdeki servikal bölge pozisyon hatası miktarları ile, dinamik denge salınım miktarlarının tümü arasında orta düzeyde pozitif anlamlı ilişkiler tespit edilirken ($p<0,05$), statik denge salınım miktarlarının tümü ile düşük düzeyde pozitif anlamlı ilişkiler ($p<0,05$) tespit edildi.

Tablo 2. KBA'lı bireylerin denge, servikal bölge propriosepsiyon duygusu ve kas kuvveti parametrelerinin sağlıklı bireylerle karşılaştırılması.

			KBA Olan Grup	Sağlıklı Grup	p
			Ortalama±SS	Ortalama±SS	
Denge	Dinamik	AP (cm)	4,66±2,73	1,16±0,49	<0,001
		ML (cm)	3,59±2,27	1,12±0,51	<0,001
		OS (cm)	5,49±2,92	1,62±0,64	<0,001
	Statik	AP (cm)	3,97±1,88	1,57±0,63	<0,001
		ML (cm)	4,18±2,28	1,55±0,56	<0,001
		OS (cm)	4,71±2,37	2,37±0,85	<0,001
SEPHT	Fleksiyon (°)		5,65±0,59	2,51±0,39	<0,001
	Ekstansiyon (°)		5,83±0,28	2,57±0,54	<0,001
	Sağ rotasyon (°)		5,87±0,46	2,72±0,62	<0,001
	Sol rotasyon (°)		5,74±0,54	2,40±0,29	<0,001
Kas kuvveti	Fleksör (kg)		4,68±1,11	9,06±2,35	<0,001
	Ekstansör (kg)		5,30±0,88	9,32±1,49	<0,001

KBA: Kronik boyun ağrısı, SS: Standart Sapma, AP: Anterior-posterior, ML: Medial-lateral, OS: Toplam değer, SEPHT: Servikal eklem pozisyon hata testi, $p < 0,05$

Tablo 3. KBA'lı bireylerde denge, servikal bölge propriosepsiyon duyusu, kas kuvveti ve ağrı şiddeti parametreleri arasındaki ilişkiler

			SEPHT				Kas kuvveti		Ağrı	Ağrı
			Fleksiyon	Ekstansiyon	Sağ rotasyon	Sol rotasyon	Fleksör	Ekstansör	şiddeti-aktivite	şiddeti-istirahat
			r (p)	r (p)	r (p)	r (p)	r (p)	r (p)	r (p)	r (p)
Denge	Dinamik	AP	0,55 (0,034)	0,46 (0,025)	0,42 (0,042)	0,44 (0,019)	-0,13 (0,172)	-0,19 (0,214)	0,31 (0,020)	0,27 (0,032)
		ML	0,43 (0,018)	0,41 (0,031)	0,58 (0,019)	0,62 (0,022)	-0,22 (0,284)	-0,14 (0,512)	0,37 (0,015)	0,33 (0,020)
		OS	0,46 (0,009)	0,52 (0,014)	0,60 (0,024)	0,56 (0,028)	-0,29 (0,017)	-0,19 (0,376)	0,24 (0,012)	0,29 (0,017)
	Statik	AP	0,31 (0,025)	0,25 (0,024)	0,23 (0,035)	0,28 (0,030)	-0,17 (0,662)	-0,08 (0,719)	0,30 (0,012)	0,26 (0,015)
		ML	0,35 (0,011)	0,28 (0,027)	0,30 (0,025)	0,26 (0,027)	-0,18 (0,370)	-0,07 (0,438)	0,32 (0,007)	0,25 (0,022)
		OS	0,32 (0,032)	0,36 (0,007)	0,32 (0,016)	0,26 (0,019)	-0,13 (0,187)	-0,21 (0,229)	0,24 (0,032)	0,31 (0,016)
SEPHT	Fleksiyon	1	0,20 (0,157)	0,07 (0,284)	0,18 (0,376)	-0,61 (0,012)	-0,67 (0,023)	0,83 (0,016)	0,74 (0,002)	
	Ekstansiyon	0,20 (0,157)	1	0,19 (0,263)	0,08 (0,345)	-0,69 (0,006)	-0,63 (0,018)	0,78 (0,008)	0,72 (0,017)	
	Sağ rotasyon	0,07 (0,284)	0,19 (0,263)	1	0,26 (0,128)	-0,58 (0,027)	-0,52 (0,009)	0,85 (0,005)	0,76 (0,017)	
	Sağ rotasyon	0,18 (0,376)	0,08 (0,345)	0,26 (0,128)	1	-0,49 (0,021)	-0,55 (0,032)	0,81 (0,004)	0,79 (0,025)	
Kas Kuvveti	Fleksör	-0,27 (0,012)	-0,33 (0,006)	-0,28 (0,027)	-0,26 (0,021)	1	0,23 (0,237)	-0,89 (0,013)	-0,83 (0,008)	
	Ekstansör	-0,31 (0,023)	-0,38 (0,018)	-0,24 (0,009)	-0,31 (0,032)	0,23 (0,237)	1		-0,87 (0,024)	

KBA: Kronik boyun ağrısı, r: Spearman korelasyon katsayısı, $p < 0,05$, AP: Anterior-posterior, ML: Medial-lateral, OS: Toplam değer, SEPHT: Servikal eklem pozisyon hata testi

TARTIŞMA

Bu çalışmanın sonuçlarına göre, KBA'lı bireylerde boyun ağrısı şiddeti ile servikal bölge fleksör ve ekstansör kas kuvveti, servikal eklem pozisyon hata miktarlarının ve statik ve dinamik denge salınım miktarlarının ilişkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, KBA'lı bireylerde, servikal bölge fleksör ve ekstansör kas kuvveti ile bütün yönlerdeki servikal eklem pozisyon hata miktarları arasında ilişki olduğu görülmüştür. Çalışmanın bir diğer önemli sonucu da KBA'lı bireylerde servikal eklem pozisyon hata miktarlarının statik ve dinamik denge salınım miktarları ile ilişkili olduğuydu. Sağlıklı bireylerle KBA'lı bireyler karşılaştırıldığında ise, KBA'lı bireylerde servikal bölge fleksör ve ekstansör kas kuvvetinin daha düşük, bütün yönlerdeki servikal bölge eklem pozisyon hata miktarlarının ve statik ve dinamik denge salınım miktarlarının daha yüksek olduğu görülmüştür.

Boyun ağrısı olan bireylerde, ağrı, boyun kaslarının ve duyu reseptörlerinin fonksiyonları olumsuz etkileyebilmektedir. Önceki çalışmalarda KBA'lı bireylerde sağlıklı bireylere kıyasla servikal bölge kaslarının kuvvet ve enduransında değişimlerin olabileceği belirtilmiştir (Cagnie ve ark., 2007; Chiu ve Lo, 2002; Silverman ve ark., 1991). Mekanik boyun ağrısı olan bireylerde anterior servikal kas kuvvetini değerlerinin sağlıklı bireylere göre daha düşük olduğu rapor edilmiştir (Silverman ve ark., 1991). Chiu ve Lo (Chiu ve Lo, 2002) boyun ağrısı olan bireylerde servikal kasların izometrik kas kuvveti değerlerinin sağlıklı bireylere göre daha düşük olduğunu, benzer şekilde Cagnie ve arkadaşları (Cagnie ve ark., 2007) KBA olan kadınların servikal ekstansör kas kuvvetlerinin sağlıklı kadınlara kıyasla daha düşük olduğunu bildirmiştir. Mevcut çalışmada KBA'lı bireylerde servikal bölge fleksör ve ekstansör kas kuvvetinin sağlıklı bireylere göre daha düşük olması, bu çalışmaların sonuçlarıyla tutarlıdır. Kronik kas-iskelet ağrısının kas fonksiyonu üzerindeki etkileri Lund ve arkadaşları (Lund ve ark., 1991) tarafından Ağrı Adaptasyon Modeli ile açıklanmıştır. Yüksek eşikli duysal afferentler tarafından sağlanan eksitator ve inhibitör internöronların fazik modülasyonuna dayanan bu nörofizyolojik teori, kronik kas-iskelet ağrısının, sinerjist ve agonist kaslarda motor ünite ateşlemesini engelleyerek kasların aktivasyonlarını ve kuvvetlerini azaltabileceğini öne sürmektedir (Lund ve ark., 1991). Literatürde KBA'lı bireylerde ağrı ve servikal kas kuvveti

arasındaki ilişkileri inceleyen çalışma sayısı oldukça limitlidir. KBA'lı kadınlarda servikal kas kuvveti ile boyun ağrısı arasındaki ilişkilerin incelendiği çalışmada (Ylinen ve ark., 2004), ağrı şiddeti ile kas kuvveti arasında orta düzeyde negatif ilişkiler tespit edilmiştir. Bu çalışmayla tutarlı olarak mevcut çalışmada, KBA'lı kadın ve erkek bireylerde servikal fleksör ve ekstansör kas kuvvetleri ile istirahat ve aktivite sırasındaki ağrı şiddetleri arasında yüksek düzeyde negatif ilişkiler bulundu. Mevcut çalışmada KBA'lı bireylerde ağrı şiddeti ile servikal fleksör ve ekstansör kas kuvvetlerinin ilişkili olmasının Ağrı Adaptasyon Modeli (Lund ve ark., 1991) ile açıklanabileceği düşünülmektedir. Buna göre boyun bölgesindeki ağrı, servikal kasların motor aktivitesini ve kuvvet üretimini azalmış olabilir. Özellikle derin servikal kaslarda bol miktarda bulunan kas içcikleri servikal bölgenin temel proprioseptörleri olarak kabul edilir. Bu proprioseptörler derin servikal kaslar dışında deri, eklemler ve servikal bölgedeki kapsülo-ligamentöz yapılarda da bulunur. Bu bölgelerden doğru ve kesintisiz proprioseptif bilginin sağlanması, baş oryantasyonu ve baş pozisyonunun optimum kontrolü için gereklidir (Aslıyüce ve ark., 2022). Literatürde, servikal bölge propriosepsiyonu bakımından KBA'lı bireyler ile sağlıklı bireyler arasında farklılıklar olabileceği öne sürülmüştür. Revel ve arkadaşları (Revel ve ark., 1991) KBA'lı bireylerde servikal bölge propriosepsiyonundaki sapma miktarlarının sağlıklı bireylerden daha yüksek olduğunu rapor etmişlerdir. Stanton ve arkadaşları (Stanton ve ark., 2016) tarafından yayınlanan sistematik bir derleme ve meta-analiz çalışmasında, KBA'lı bireylerde servikal bölge propriosepsiyonunun sağlıklı bireylere kıyasla daha kötü olduğu belirtilmiştir. Mevcut çalışmada, KBA'lı ve sağlıklı bireylerin servikal bölge propriosepsiyon duyularının değerlendirildiği SEPHT'te, dört pozisyonda da hata miktarları KBA'lı bireylerde daha yüksek bulundu. Bu bulgular literatürle uyumlu şekilde servikal bölge propriosepsiyonunun doku hasarını önlemek için ilgili kasların gerginliğini artırabilir. Kasların artmış gerginliği ise kaslardaki proprioseptörlerin optimum çalışmasını olumsuz etkiler. Kas kaynaklı ağrının, proprioseptif yapılarda önemli değişiklikler oluşturarak anormal afferent girdiye neden olduğu ve bunun da üst merkezlere iletilen proprioseptif bilgide bozulmayla sonuçlandığı rapor edilmiştir. Servikal bölgedeki ağrının, nosiseptörleri uyarak ve

fusimotor nöronların refleks aktivasyonu ile kas içiciklerinin duyarlılığını değiştirerek propriyoseptif keskinliğin azalmasına neden olabileceği bildirilmiştir (Ruhe ve ark., 2011). Servikal bölge ağrısı, boyundaki propriyoseptörlerden gelen afferent sinyallere müdahale ederek hatalı propriyoseptif bilgilere yol açabilir. Hatalı propriyoseptif girdi, servikal kasların artmış ve uzun süreli refleks aktivasyonunu tetikleyebilir, bu da zamanla servikal bölgede ağrıya yol açabilir. Böylece, servikal bölgede hatalı propriyoseptif bilgi ile ağrı arasında kısır bir döngü oluşabilir (Peng ve ark., 2021; Ruhe ve ark., 2011). Çalışmamızda, KBA'lı bireylerde istirahat ve aktivite sırasındaki boyun ağrısı şiddetleri ile servikal bölge propriyosepsiyon duyusu arasında bulunan yüksek düzeydeki ilişkiler yukarıdaki mekanizmalar ile açıklanabilir. Benzer şekilde Reddy ve arkadaşları (Reddy ve ark., 2019) KBA'lı bireylerde boyun ağrısı şiddeti ile servikal bölge propriyosepsiyon duyusu arasında orta ila güçlü düzey ilişkiler olduğunu bildirmiştir. Bütün bu bulgular KBA'lı bireylerde servikal bölge propriyosepsiyon duyusu ile ağrısı şiddeti arasında önemli ilişkilerin olduğunu doğrulamaktadır.

Kas kuvveti ve enduransındaki azalma ve kas propriyosepsiyonda yorgunluğundaki artış, golgi tendon organı ve kas içiği gibi duyu reseptörlerinin aktivasyonunu değiştirebilir, bu ise afferent propriyoseptif girdileri etkileyerek propriyosepsiyonda değişikliklere neden olabilir (Pedersen ve ark., 1998). Servikal kasların kuvvet oluşturma kapasitesinin, propriyoseptif duyarlılığı önemli ölçüde etkileyebileceği öne sürülmüştür. Kaslardaki kuvvet eksikliğine bağlı ortaya çıkan işlev bozukluğu, düzenli afferent propriyoseptif girdilerde değişikliklere neden olabilir ve değişmiş propriyoseptif aktivasyon paternleri oluşturabilir (Reddy ve ark., 2021). Reddy ve arkadaşlarının (Reddy ve ark., 2021) çalışmasında, KBA'lı bireylerde servikal ekstansör kasların enduransı ile servikal bölge propriyosepsiyonu arasında ilişki bulunmuştur. Çalışmamızda yukarıdaki bulgularla tutarlı olarak servikal bölge fleksör ve ekstansör kaslarının kuvveti ile servikal bölge propriyosepsiyon duyusu arasında orta düzeyde ilişkiler tespit edildi. Bu sonuçlar, servikal bölge propriyosepsiyonunun servikal kasların kuvvetinden etkilenebileceğini göstermektedir.

Önemli birçok fonksiyon için ön koşul olan uygun dengenin sağlanmasında ve

sürdürülmesinde görsel, vestibüler ve somatosensoryel (kutanöz ve propriyoseptif) sistemlerden gelen afferent girdiler önemlidir (Kirmizi ve ark., 2021). Ağrı, kaslardaki golgi tendon organı ve kas içicikleri gibi propriyoseptif reseptörlerin merkezi modülasyonunu etkileyerek uzamış gecikmelere neden olabilir. Bu tür değişiklikler, özellikle postüral stabilitede görevli kasların kontrolünün azalmasına ve postüral salınımın artmasına dolayısıyla dengenin bozulmasına neden olabilir. Kas içiği deşarjlarındaki ağrı kaynaklı değişikliklerin kas sertliğini arttırdığı ve postüral performansı bozduğu ileri sürülmüştür (Ruhe ve ark., 2011). Vuillerme ve Pinsault (Vuillerme ve Pinsault, 2009) tarafından yapılan çalışmada, servikal kaslarda oluşturulan deneysel ağrının ayakta durma dengesi üzerinde olumsuz etkilere sahip olduğu rapor edilmiştir. Mevcut çalışmada, statik ve dinamik dengenin KBA'lı bireylerde sağlıklı bireylere göre daha kötü olduğu, ayrıca KBA'lı bireylerde istirahat ve aktivite sırasındaki boyun ağrısı şiddeti arttıkça statik ve dinamik dengenin olumsuz etkilendiği görüldü. Çalışmamızın sonuçlarına benzer şekilde Michaelson ve arkadaşları (Michaelson ve ark., 2003). KBA'lı bireylerde denge ve baş stabilizasyonunun sağlıklı bireylere kıyasla daha kötü olduğunu tespit etmişlerdir. Başka bir çalışmada, KBA'lı bireylerde sağlıklı bireylere göre dengenin daha kötü olduğu ve bu durumun ortaya çıkmasında bozulmuş servikal afferent girdilerin etkili olabileceği öne sürülmüştür (Silva ve Cruz, 2013). Çalışmamızın sonuçlarının literatürdeki bulgular ile tutarlı olduğu göz önüne alındığında, KBA'lı bireylerde kronik ağrının denge üzerinde olumsuz etkilerinin bulunduğu söylenebilir.

Dengenin korunmasında ve sürdürülmesinde özellikle servikal bölge olmak üzere vücudun her bölgesinden doğru propriyoseptif bilgilerin üst merkezlere iletilmesi gerekir (Gatev ve ark., 1999). Vestibüler fonksiyonda bir kayıp olmadığında ve görsel girdi sağlam olduğunda, denge problemlerinin varlığı, propriyoseptif sistemdeki eksikliklerin göstergesidir (Yasuda ve ark., 1999). Servikal bölge, postür ve dengeyi kontrol etmede oldukça önemli rolleri olan hassas bir propriyoseptif sisteme sahiptir. Çalışmamızda statik ve dinamik denge ile servikal bölge propriyosepsiyonu arasında anlamlı ilişkiler olduğu tespit edildi. Sonuçlarımızla tutarlı olarak, boyun ağrılı bireylerde yapılan sistematik derleme çalışmasında (Ruhe ve ark., 2011), boyun ağrılı

bireylerin sağlıklı bireylere kıyasla daha fazla postüral instabilite sergiledikleri bildirilmiştir. Bu durumun servikal kaslardan ve servikal omurgadan gelen proprioseptif girdinin azalmasına bağlı ortaya çıkan proprioseptif bozukluk ile ilişkili olabileceği öne sürülmüştür. Aynı çalışmada ayrıca boyun ağrısı olan bireylerde postüral stabilitenin azalmasında ağrının da etkili olabileceği belirtilmiştir (Ruhe ve ark., 2011). Bu sonuçlar dikkate alındığında,

KBA'lı bireylerde dengenin servikal bölge propriosepsiyonu ile ilişkili olduğu ve servikal bölge propriosepsiyonundaki bozukluktan olumsuz etkilenebileceği söylenebilir.

Mevcut çalışmanın bazı limitasyonları vardır. İlk olarak servikal bölgenin propriosepsiyon duyusunun değerlendirilmesinde, eklem pozisyon hissi sapma miktarı değerlendirilmiş ancak eklem hareket hissi (kinestezi) sapma miktarı değerlendirilmemiştir. İkincisi, statik ve dinamik denge, servikal bölge propriosepsiyonu ve servikal fleksör ve ekstansör kas kuvveti parametreleri arasındaki farklılıklar cinsiyete göre incelenmemiştir. Ayrıca, KBA'lı bireylerde bu parametreler arasındaki ilişkiler cinsiyete göre ayrı olarak değerlendirilmemiştir. İleri çalışmalarda bu limitasyonların da değerlendirilmesi önerilmektedir.

Bu çalışmada, KBA'lı bireylerde sağlıklı bireylere kıyasla servikal bölge fleksör ve ekstansör kaslarının daha zayıf, servikal bölge propriosepsiyonunun ve statik ve dinamik dengenin daha kötü olduğu bulundu. KBA'lı bireylerde, istirahat ve aktivite sırasındaki boyun ağrısı şiddeti ile, servikal fleksör ve ekstansör kas kuvvetinin, servikal bölge propriosepsiyonunun, statik ve dinamik dengenin ilişkili olduğu belirlendi. Ayrıca, KBA'lı bireylerde servikal bölge propriosepsiyonunun, servikal fleksör ve ekstansör kas kuvveti ve statik ve dinamik denge ile ilişkili olduğu tespit edildi. Bu sonuçlar, KBA'lı bireylerde ağrı şiddeti arttıkça servikal kas kuvvetinin azalabileceğini, propriosepsiyonun ve dengenin kötüleşebileceğini, propriosepsiyondaki zayıflamanın da dengeyi olumsuz etkileyebileceğini göstermektedir. Klinikte KBA'lı bireylerin değerlendirme ve tedavi programları oluşturulurken bu sonuçların göz önünde bulundurulmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

Etik Onay

Muş Alparslan Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve

Yayın Etik Kurulu tarafından 18.04.2023 tarihli No: 4-2023/31 ile alındı.

Araştırmacıların Katkı Oranı

Dizayn: HK, NTY, MC, Veri Toplama: HK, NTY, Analiz: HK, NTY, HA, Makale Yazımı: HK, NTY, MC, HA, Edit: NTY, MC, HA.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yoktur.

Destek/Teşekkür

Yoktur.

Kaynaklar

- Andias, R., & Silva, A. G. (2019). A systematic review with meta-analysis on functional changes associated with neck pain in adolescents. *Musculoskeletal Care*, 17(1), 23-36. <https://doi.org/10.1002/msc.1377>
- Aslıyüce, Y. Ö., Demirel, A., & Ülger, Ö. (2022). Investigation of joint position sense and balance in individuals with chronic idiopathic neck pain: a cross-sectional study. *J Manipulative Physiol Ther*, 45(3), 188-195. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2022.06.006>
- Baldwin, S. L., VanArnam, T. W., & Ploutz-Snyder, L. L. (2004). Reliability of dynamic bilateral postural stability on the Biodex Stability System in older adults. *Med Sci Sports Exerc*, 36(5), S30. <https://doi.org/10.1249/00005768-200405001-00143>
- Cagnie, B., Cools, A., De Loose, V., Cambier, D., & Danneels, L. (2007). Differences in isometric neck muscle strength between healthy controls and women with chronic neck pain: the use of a reliable measurement. *Arch Phys Med Rehabil*, 88(11), 1441-1445. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2007.06.776>
- Chiu, T. T. W., & Lo, S. K. (2002). Evaluation of cervical range of motion and isometric neck muscle strength: reliability and validity. *Clin Rehabil*, 16(8), 851-858. <https://doi.org/10.1191/0269215502cr550oa>
- Cohen, S. P. (2015). Epidemiology, diagnosis, and treatment of neck pain. *Mayo Clin Proc*, 90(2), 284-99. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2014.09.008>
- de Oliveira Carnevalli, A. P., Bevilacqua-Grossi, D., Oliveira, A. I. S., Carvalho, G. F., Fernández-De-Las-Peñas, C., & Florencio, L. L. (2018). Intrater and inter-rater reliability of maximal voluntary neck muscle strength assessment using a handheld dynamometer in women with headache and healthy women. *J Manipulative Physiol Ther*, 41(7), 621-627. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2018.01.006>
- Dieleman, J. L., Cao, J., Chapin, A., Chen, C., Li, Z., Liu, A., et al. (2020). US health care spending by payer and health condition, 1996-2016. *Jama*, 323(9), 863-884. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.0734>
- Fejer, R., Kyvik, K. O., & Hartvigsen, J. (2006). The prevalence of neck pain in the world population: a systematic critical review of the literature. *Eur Spine J*, 15, 834-848. <https://doi.org/10.1007/s00586-004-0864-4>
- Gandevia, S., McCloskey, D., & Burke, D. (1992). Kinesthetic signals and muscle contraction. *Trends Neurosci*, 15(2), 62-65. [https://doi.org/10.1016/0166-2236\(92\)90028-7](https://doi.org/10.1016/0166-2236(92)90028-7)

- Gatev, P., Thomas, S., Kepple, T., & Hallett, M. (1999). Feedforward ankle strategy of balance during quiet stance in adults. *J Physiol*, 514(3), 915-928. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7793.1999.915ad.x>
- Jahre, H., Grotle, M., Smedbråten, K., Dunn, K. M., & Øiestad, B. E. (2020). Risk factors for non-specific neck pain in young adults. A systematic review. *BMC Musculoskelet Disord*, 21(1), 1-12. <https://doi.org/10.1186/s12891-020-03379-y>
- Kirmizi, M., Yalcinkaya, G., Sengul, Y. S., Kalemci, O., & Angin, S. (2021). Investigation of balance performance under different sensory and dual-task conditions in patients with chronic neck pain. *Musculoskelet Sci Pract*, 56, 102449. <https://doi.org/10.1016/j.msksp.2021.102449>
- Langley, G., & Sheppard, H. (1985). The visual analogue scale: its use in pain measurement. *Rheumatol Int*, 5(4), 145-148. <https://doi.org/10.1007/BF00541514>
- Lund, J. P., Donga, R., Widmer, C. G., & Stohler, C. S. (1991). The pain-adaptation model: a discussion of the relationship between chronic musculoskeletal pain and motor activity. *Can J Physiol Pharmacol*, 69(5), 683-694. <https://doi.org/10.1139/y91-102>
- Michaelson, P., Michaelson, M., Jaric, S., Latash, M. L., Sjölander, P., & Djupsjöbacka, M. (2003). Vertical posture and head stability in patients with chronic neck pain. *J Rehabil Med*, 35(5), 229-235. <https://doi.org/10.1080/16501970306093>
- Michiels, S., De Hertogh, W., Truijen, S., November, D., Wuyts, F., & Van de Heyning, P. (2013). The assessment of cervical sensory motor control: a systematic review focusing on measuring methods and their clinimetric characteristics. *Gait & Posture*, 38(1), 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2012.10.007>
- Onan, D., Gokmen, D., & Ulger, O. (2020). The Fremantle Neck Awareness Questionnaire in chronic neck pain patients: Turkish version, validity and reliability study. *Spine*, 45(3), 163-169. <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000003207>
- Özüdoğru, A., Canlı, M., Kuzu, Ş., Aslan, M., Ceylan, İ., & Alkan, H. (2023). Muscle strength, balance and upper extremity function are not predictors of cervical proprioception in healthy young subjects. *Somatosens Mot Res*, 1-5. <https://doi.org/10.1080/08990220.2023.2183832>
- Pedersen, J., Ljubisavljevic, M., Bergenheim, M., & Johansson, H. (1998). Alterations in information transmission in ensembles of primary muscle spindle afferents after muscle fatigue in heteronymous muscle. *J Neurosci*, 84(3), 953-959. [https://doi.org/10.1016/S0306-4522\(97\)00403-X](https://doi.org/10.1016/S0306-4522(97)00403-X)
- Peng, B., Yang, L., Li, Y., Liu, T., & Liu, Y. (2021). Cervical proprioception impairment in neck pain-pathophysiology, clinical evaluation, and management: a narrative review. *Pain Ther*, 10, 143-164. <https://doi.org/10.1007/s40122-020-00230-z>
- Reddy, R. S., Meziat-Filho, N., Ferreira, A. S., Tedla, J. S., Kandakurti, P. K., & Kakaraparathi, V. N. (2021). Comparison of neck extensor muscle endurance and cervical proprioception between asymptomatic individuals and patients with chronic neck pain. *J Bodyw Mov Ther*, 26, 180-186. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2020.12.040>
- Revel, M., Andre-Deshays, C., & Minguet, M. (1991). Cervicocephalic kinesthetic sensibility in patients with cervical pain. *Arch Phys Med Rehabil*, 72(5), 288-291. <https://doi.org/10.5555/uri:pii:000399939190243C>
- Ruhe, A., Fejer, R., & Walker, B. (2011). Altered postural sway in patients suffering from non-specific neck pain and whiplash associated disorder - a systematic review of the literature. *Chiropr Man Therap*, 19(1), 1-11. <https://doi.org/10.1186/2045-709X-19-13>
- Schober, P., Boer, C., & Schwarte, L. A. (2018). Correlation coefficients: appropriate use and interpretation. *Anesth Analg*, 126(5), 1763-1768. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002864>
- Silva, A. G., & Cruz, A. L. (2013). Standing balance in patients with whiplash-associated neck pain and idiopathic neck pain when compared with asymptomatic participants: a systematic review. *Physiother Theory Pract*, 29(1), 1-18. <https://doi.org/10.3109/09593985.2012.677111>
- Silverman, J. L., Rodriguez, A. A., & Agre, J. C. (1991). Quantitative cervical flexor strength in healthy subjects and in subjects with mechanical neck pain. *Arch Phys Med Rehabil*, 72(9), 679-681. <https://doi.org/10.5555/uri:pii:0003999391902144>
- Stanton, T. R., Leake, H. B., Chalmers, K. J., & Moseley, G. L. (2016). Evidence of impaired proprioception in chronic, idiopathic neck pain: systematic review and meta-analysis. *Phys Ther*, 96(6), 876-887. <https://doi.org/10.2522/ptj.20150241>
- Treleaven, J. (2008). Sensorimotor disturbances in neck disorders affecting postural stability, head and eye movement control. *Man Ther*, 13(1), 2-11. <https://doi.org/10.1016/j.math.2007.06.003>
- Treleaven, J. (2017). Dizziness, unsteadiness, visual disturbances, and sensorimotor control in traumatic neck pain. *J Orthop Sports Phys Ther*, 47(7), 492-502. <https://doi.org/10.2519/jospt.2017.7052>
- Ulutatar, F., Ulutatar C. U., & Duruoç, M. T. (2019). Cervical proprioceptive impairment in patients with rheumatoid arthritis. *Rheumatol Int*, 39(12), 2043-2051. <https://doi.org/10.1007/s00296-019-04419-0>
- Vuillerme, N., & Pinsault, N. (2009). Experimental neck muscle pain impairs standing balance in humans. *Exp Brain Res*, 192, 723-729. <https://doi.org/10.1007/s00221-008-1639-7>
- Yasuda, T., Nakagawa, T., Inoue, H., Iwamoto, M., & Inokuchi, A. (1999). The role of the labyrinth, proprioception and plantar mechanosensors in the maintenance of an upright posture. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 256, 27-32. <https://doi.org/10.1007/PL00014149>
- Ylinen, J., Takala, E.-P., Kautiainen, H., Nykänen, M., Häkkinen, A., Pohjolainen, T., et al. (2004). Association of neck pain, disability and neck pain during maximal effort with neck muscle strength and range of movement in women with chronic non-specific neck pain. *Eur J Pain*, 8(5), 473-478. <https://doi.org/10.1016/j.ejpain.2003.11.005>