

Ergonomi-İnsan Faktörleri ve Diş Hekimliğindeki Önemi

Ergonomics-Human Factors and Its Importance in Dentistry

Ayşegül SUNAR¹ Ayşe APAK² 

Derleme Makale Review Article

Geliş tarihi/Received:
13.06.2023

Son revizyon teslimi/Last
revision received:
30.07.2023

Kabul tarihi/Accepted:
04.08.2023

Yayın tarihi/Published:
Ağustos 2023

Atıf/Citation:

Sunar, A., Apak A., (2023).
Ergonomi-İnsan Faktörleri ve Diş
Hekimliğindeki Önemi. *Journal of
Kocaeli Health and Technology
University*, 1(2), 24-39.

DOI:

ÖZET

Ergonomi, insanların çalışma ortamlarındaki verimliliğini inceleyen multidisipliner, uygulamalı bir bilimdir. Bireyler ile günlük işlerinde kullandıkları araç ve gereçler arasındaki etkileşimi optimize ederek güvenliği ve verimliliği arttırmayı amaçlar.

Diş hekimliğinde ergonomi uygulamaları; zaman, mekan ve hareketteki verimliliği en üst düzeye çıkararak ve diş hekimliği uygulamaları sırasında ekipteki; hekim, hasta-diş hekimisi yardımcıları dahil herkes için fiziksel ve zihinsel stres miktarını en aza indirmeyi amaçlamaktadır.

Diş hekimlerinin mesleği icra ederken kas ve iskelet sistemi (KİS) hastalıklarına yakalanma oranı oldukça yüksektir. Mesleği bırakmaya sebep olabilen ve tedavisi zor ve yaşam kalitesini çok etkileyen mesleki KİS hastalıklarını önlemek diş hekimliğinde ergonomik uygulamaların bir diğer amacıdır. Diş hekimliği uygulamaları bir yandan ince motor becerileri gerektirirken diğer yandan da zaman baskısı, çok sayıda alet ve ekipman kullanımı ve hasta kaygısı nedeni ile oluşan fiziksel ve zihinsel yorgunluğun iyi yönetilmesi gerekmektedir.

Diş hekimliği, hekim-hasta-yardımcı personelden oluşan bir ekip çalışmasıdır. Bu ekibin fiziksel, ruhsal, biyolojik denge ve uyumu için ergonomi kurallarının diş hekimliğinin her alanına uyarlanması ve kullanılması uzun vadede bu ekibin başarı ve kazanımlarını çift taraflı arttıracak ve farkındalık yaratacaktır.

Bu derlemenin amacı ergonomi ve dört elli diş hekimliğinin diş hekimleri ve diş hekimliği öğrencileri açısından önemini ortaya koymaktır.

Anahtar Kelimeler: Ergonomi, Diş hekimliği, Kas ve İskelet Sistemi Hastalıkları

1. Kocaeli Sağlık ve Teknoloji Üniversitesi, Avrupa Meslek Yüksekokulu, Dr.Öğr.Üyesi, aysegul.sunar@kocaelisaglik.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-6340-8092
2. Kocaeli Sağlık ve Teknoloji Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Dr.Öğr.Üyesi, ayse.apak@kocaelisaglik.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-7781-1755



ABSTRACT

Ergonomics is a multidisciplinary, applied science that studies the productivity of people in their work environment. It aims to increase safety and efficiency by optimizing the interaction between individuals and the tools and equipment they use in their daily work.

Ergonomics applications in dentistry; by maximizing efficiency in time, space and movement, and in the team during dental practices; It aims to minimize the amount of physical and mental stress for everyone, including the physician, patient-dentist assistant.

Dentists have a very high rate of catching musculoskeletal system (MSS) diseases while performing their profession. Another aim of ergonomic practices in dentistry is to prevent occupational MSS diseases, which can lead to leaving the profession and are difficult to treat and affect the quality of life. While dental practices require fine motor skills, on the other hand, physical and mental fatigue due to time pressure, use of many tools and equipment and patient anxiety must be well managed.

Dentistry is a teamwork consisting of the physician, patient, and assistant staff. Adapting and using the ergonomics rules in every field of dentistry for the physical, mental and biological balance and harmony of this team will increase the success and achievements of this team in the long run and create awareness.

The aim of this review is to reveal the importance of ergonomics and four-handed dentistry for dentists and dental students.

Keywords: Ergonomics, Dentistry, Musculoskeletal Disorders

GİRİŞ

Ergonomi kelimesi- "iş bilimi"- Yunanca ergo (iş) ve nomos (yasalar) kelimelerinden türemiştir. Günümüzde, Uluslararası Ergonomi Birliği (International Ergonomics Assosiation = IEA) tarafından ergonomi ve insan faktörleri terimleri genellikle birbirinin yerine veya bir birim olarak (insan faktörleri / ergonomi = human factors / ergonomics HFE veya ergonomi / insan faktörleri = ergonomics / human factors EHF) kullanılmaktadır (International Ergonomics Association 2023).

Ergonomi, insanların çalışma ortamlarındaki verimliliğini inceleyen multidisipliner, uygulamalı bir bilimdir. Bireyler ile günlük işlerinde kullandıkları araç ve gereçler arasındaki etkileşimi optimize ederek güvenliği ve verimliliği artırmayı amaçlar. Bu fiziksel yönlerin ötesinde, bilişsel hususları yani mental sağlığı da destekleyici yönleri vardır. Ergonomik kurallara göre düzenlenmiş bir çalışma ortamı yalnızca kas-iskelet sağlığını desteklemekle kalmaz, aynı zamanda stresi ve yorgunluğu da en aza indirerek zihinsel sağlığı da büyük katkıda bulunabilmektedir (International Ergonomics Association 2023).

Ergonominin alanları 2000 yılında; fiziksel, bilişsel ve örgütsel ergonomi olarak tanımlanmıştır. Fiziksel ergonomi, fiziksel aktivite ile ilgili olarak insanın anatomik, antropometrik, fizyolojik ve biyomekanik özellikleriyle ilgilenir. Fiziksel ergonomi konuları arasında, çalışma duruşları, malzeme taşıma, tekrarlayan hareketler, işle ilgili kas-iskelet bozuklukları, işyeri düzeni, fiziksel güvenlik ve sağlık yer almaktadır. Bilişsel ergonomi ise insanlar ve bir sistemin unsurları arasındaki etkileşimleri düzenlemek için algı, hafıza, muhakeme ve motor tepki gibi zihinsel süreçlerle ilgilenir. İlgili konular arasında zihinsel iş yükü, karar verme, yetenek, performans, insan-bilgisayar etkileşimi, insan

güvenilirliği, iş stresi ve insan-sistem tasarımıyla ilişkili eğitimleri barındırmaktadır. Örgütsel ergonomi ise örgütsel yapılar, politikalar ve süreçler dahil olmak üzere sosyo teknik sistemlerin optimizasyonu ile ilgilidir. Konuları arasında iletişim, ekip, kaynak yönetimi, iş tasarımı, çalışma sürelerinin tasarımı, ekip çalışması, katılımcı tasarımı, topluluk ergonomisi, işbirlikçi çalışma, yeni çalışma paradigmaları, sanal organizasyonlar, uzaktan çalışma ve kalite yönetimi yer almaktadır (International Ergonomics Association 2023).

Yukarıda belirtilen konuların özelinde, Avrupa Dental Ergonomi Derneği ise dental ergonomiyi, profesyonel faaliyetlerinde sağlıklı, güvenli ve rahat bir şekilde işlev görmek için; fiziksel ve psikolojik kapasitelerine göre diş hekimi ve dental ekip için; çalışma ortamının ve yöntemlerinin uyarlanması olarak tanımlamaktadır. Diş hekimliğinde ergonomi uygulamaları; zaman, mekan ve hareketteki verimliliği en üst düzeye çıkararak (Goldstep, 1998) ve diş hekimliği uygulamaları sırasında ekipteki; hekim, hasta-diş hekimi yardımcısı dahil herkes için fiziksel ve zihinsel stres miktarını en aza indirmeyi amaçlamaktadır (Martin et al. 2004).

Diş hekimliğinde ergonomik uygulamaların bir diğer temel amacı, ise bir kez ortaya çıktıklarında tedavilerinin zor olması ve aynı çalışma kalıpları devam ettirilirse yeniden oluşma eğiliminde olan, kas ve iskelet sistemi (KİS) hastalıklarını önlemektir (5). Bu bağlamda ergonominin amacı genel olarak, güvenli, sağlıklı ve rahat bir çalışma ortamı sağlamak, böylece sağlık sorunlarını önlemek ve üretkenliği artırmak olarak tanımlanmaktadır (Goldstep 1998, Martin ve ark. 2004).

Diş hekimliğinde ergonominin kurallarının uygulanmasının uzun vade sonuçlarının kliniğe yansımaları çok büyük önem taşımaktadır. Günümüze kadar yapılan birçok araştırmada, diş hekimlerinin %33 ila %87'sinin sırt, boyun ve omuz bölgelerinde, kas-iskelet ağrısı ve/veya kas-iskelet sistemi bozuklukları yaşadığı tespit edilmiştir (Marshal ve ark 1997, Moodeley ve ark 2018). Ayrıca bu tür şikayet ve sağlık sorunlarının diş hekimliği eğitimi sırasında başladığını bildiren birçok çalışma mevcut olup (Rising ve ark, 2005, Shirzaei ve ark 2015, Moosa ve Bhayat 2022), diş hekimliği öğrencilerinin %70'inde, eğitimlerinin üçüncü yılından itibaren sırt ağrısı şikayeti olduğu bildirilmiştir (Moosa ve Bhayat 2022). Bunun yanı sıra, kas ve iskelet sistemi hastalıklarının da genellikle üniversitede başladığını gösteren çalışmalar mevcuttur (Díaz Caballero ve ark 2010, McLaren ve Parrott 2018, Bruers ve ark 2017, Neyes ve ark 2023). Kas ve iskelet sistemi rahatsızlıkları diş hekimliği öğrencilerinde %61-%86 arasında değişmektedir (Rising ve ark 2005, McLaren ve Parrott 2018, Thornton ve ark 2008). Semptomlar yavaş ortaya çıkmakta, genellikle kronik hale gelene ve kalıcı lezyonlar ortaya çıkana kadar göz ardı edilebilmektedir (Díaz Caballero ve ark 2010).

Kas ve iskelet sistemi hastalıkları, öncelikle iş performansı ve çalışma ortamının etkilerinden kaynaklanan; insan destek sistemleri olan kemik, kırık, kaslar, bağlar, tendonlar, kan damarları veya sinirler dokularının yaralanması olarak tanımlanabilir (Lalumandier ve McPhee 2001, Surve ve ark 2022). İşle ilgili bu tür bir patoloji, Mesleki Kas-İskelet Bozukluğu (Work-related musculoskeletal disorders=WMSD) olarak da adlandırılmaktadır (Center for Disease Control and Prevention 2020). Bu hastalık grubu, aynı zamanda, dünya çapında artış gösteren ve engelliliğin ikinci ana nedeni olan Kümülatif Travma Bozukluğu veya Tekrarlayan Hareket Yaralanmasının bir parçasıdır (Nordander ve ark 2009). Kas ve iskelet sistemi hastalıklarının tedavisi zamanında ele alınmazsa, bu tür bozuklukların ciddi hastalıklara, hatta kalıcı sakatlıklara kadar ilerleyebildikleri bilinmektedir (Alexopoulos ve ark 2004). Genelde ağırlı seyreden bu klinik duruma neden olacak faktörlerin ortadan kaldırılmasında; 'günlük görevler sırasında vücudun biyomekaniğini ele almak ve optimize etmek; klinik uygulamada

risk faktörlerini en aza indirmek için temel organizasyon tekniklerini ve uygun teknolojiyle; bir ekip çalışması yaklaşımını kullanmak' büyük önem taşımaktadır (Anshasi ve ark 2022).

Herhangi bir vücut bölgesinde kas-iskelet sistemi bozukluklarının prevalansının %68 ile %100 arasında değiştiği bildirilmektedir. Diş hekimleri arasında kas-iskelet sistemi bozukluklarının en fazla görüldüğü vücut bölgeleri; bel (%29 ila %94,6), omuz (%25 ila %92,7) ve boyundur (%26 ila %92). KİS hastalıkları için en sık bildirilen bireysel risk faktörleri, %57,1 oranında kadınlarda izlenmektedir. Kadınlarda KİS hastalıkları görülme risk faktörleri incelendiğinde; uygunsuz çalışma pozisyonu (%50), uzun süreli çalışma (%50) ve diş hekimi olma (%42,9) izlenmektedir (28). KİS hastalıklarının kadınlarda daha yaygın olmasının, muhtemelen daha az kas tonusu, güç ve hormonal faktörlerle ilişkili olduğu belirtilmiştir (Nordander ve ark 2009).

Minimum stresle verimli bir çalışma ortamı oluşturmaya yardımcı olabilecek kişisel, organizasyonel, finansal ve fiziksel faktörler dahil olmak üzere, ergonomik uygulamada yer alan çeşitli hususlar bu makalede ele alınacaktır. Klinik uygulamalarda, ergonominin kişisel, organizasyonel, finansal ve fiziksel faktörler doğru yönetilmesi gereken dört önemli ana konu olarak karşımıza çıkmaktadır.

1. ERGONOMİNİN FAKTÖRLERİ VE DİŞ HEKİMLİĞİ

Ergonomide kişisel faktörler; yaş, cinsiyet ve kalıtsal özelliklerin yanı sıra, çalışan duyarlılığı, performansı ve tükenmişliğini etkileyen bireysel faktörlerdir. KİS hastalıklarını önlemek açısından, fiziksel zindeliği korumanın vücudun çabuk yorulmasını engellediği ve daha hızlı iyileşmesine yardımcı olduğu gösterilmiştir. Ayrıca, uykusuzluk, sigara içme dahil olmak üzere bazı kişisel alışkanlıkların, özellikle uzun çalışma sürelerinde, çalışan performansını olumsuz etkileyen önemli sorunlar olduğu bildirilmiştir (Knapik 2015, Laborde ve ark 2020, Antoniadou 2022.). Kişisel faktörlerin olumsuz etkilerini azaltmak; dayanıklılığı artırmak için yeterli, düzenli uyku ve çalışma saatleri dışında düzenli egzersiz yapmak gibi sağlıklı alışkanlıklar geliştirmekten geçmektedir.

Organizasyonel faktörler ise insan faktörleri ve ergonomi ile ilişkili bilimlerin bir kolu olan makro ergonomidir. İş süreçlerinin organizasyonel ve sosyo teknik bağlamını ele aldığı için önemli bir rol oynar. Ekip çalışmasını ve organizasyonu geliştirmeyi ve aynı zamanda günlük görevlerde verimliliği artırmayı amaçlar ve bunların tümü daha iyi tedavi sonuçlarını desteklemeye yardımcı olan faktörlerdir (Carayon ve ark 2013, Ross, 2016).

Tam da bu noktada dört elli diş hekimliğini ele almak gerekir. "Dört elli diş hekimliği" terimi ilk olarak "diş hekimliği öğrencilerinin 1960'larda asistanlarla çalışması için bir eğitim kavramı olarak geliştirilmiştir. Glene Robinson, 1968'de dört elli diş hekimliğini kavram olarak tanımlamıştır (Finkbeiner 2000). Dört elli diş hekimliği, bireylerin birlikte çalıştığı bir ekip konseptidir. Ergonominin kurallarının diş hekimliğine uyarlanmasıdır. Çalışan dental ekibin üretkenliğini artırmak için ergonomik olarak tasarlanmış ortam, dental ekibin fiziksel iyiliğini korurken, hastalara da kaliteli tedavilerin uygulanmasını sağlamaktadır. Dört elli diş hekimliği, klinik uygulamaların tüm adımlarının gözlemsel bir incelemesini içerir. Zamandan tasarruf etmek ve herhangi bir geleneksel yöntem biçiminin uygulanması ile ilişkili stresi en aza indirmek için dört elli diş hekimliği yöntemi, diş hekimliği klinik uygulamalarına kategorik olarak katkıda bulunarak, klinikte uygulama üretkenliğinde %33-75 arasında değişen bir artış sağladığı gösterilmiştir (Feinkbeimer 2000, Govdar ve ark 2022).

Ayrıca dört elli diş hekimliğinin, diş tedavi işlemlerindeki rahatsızlıkları en aza indirmek için en iyi uygulama yolu olduğu gibi mesleki KİS hastalıkları riskini en aza indirmek için ortostatik duruşun teşvik edilmesinde de önemli bir rolü olduğu bilinmektedir (Gadicherla ve ark 2018).

Dört elli diş hekimliğinin yanı sıra, özellikle diş hekimliği cerrahi uygulamalarında altı elli diş hekimliği uygulamalarının da klinik üretkenliğe yararlı bir yöntem olduğu belirtilmektedir (Szymanska 2002). Bir diğer önemli nokta ise dört ve altı elli diş hekimliği uygulamalarının çalışma süresini kısaltması nedeni ile KİS hastalıklarının önlenmesine katkıda bulduklarıdır (Szymanska 2002, Valachi ve Valachi 2003, Girota ve ark 2020).

Dental alet endüstrisindeki teknolojik gelişmelere rağmen, lokomotor sistem hasarı, diş hekimlerinin çalışma kapasitesinin düşmesine neden olan günlük bir tehlike olarak karşımıza çıkmaya devam etmektedir (Lydia ve ark 2012). Diş hekimliği, ince motor becerileri, uzamsal algı ve yüksek düzeyde doğruluk gerektiren zorlu bir meslektir (Lugassy ve ark 2018). Ayrıca konsantrasyon, koordinasyon ve küçük ölçekte çalışma becerisi gerektirir (Lugassy ve ark 2018, Marcora ve ark 2009).

Özellikle diş hekimleri için dental tedavi uygulamaları sırasında; zaman baskısı, hasta kaygısını yönetmenin yanı sıra çok sayıda alet, ekipman ve malzeme de stresli bir çalışma ortamı yaratmaktadır. Zorunlu olarak yüksek bilişsel talepler içeren bu faktörler, diş hekimlerinde KİS hastalıkları ve tükenmişlik risklerindeki artışı da beraberinde getirmektedir. Bu nedenle, bu faktörlerin, doğru tedavi performansı sağlamak, fiziksel ve zihinsel yorgunluğu azaltmak için uygun şekilde yönetilmesi gerekmektedir (Marcora ve ark 2009, Hakim ve ark 2022).

Fiziksel stresi tetikleyen bilişsel stresi kontrol etmenin etkili bir yolu ise, işi görev türüne, aktivite başına çalışma süresine ve çalışma-dinlenme döngülerine göre düzenlemektir (Hakim ve ark 2022). İş sağlığı riskleri her meslekte mevcuttur, diş hekimliği bir istisna değildir. KİS hastalıklarının diş hekimleri arasında erken emekliliğin en yaygın nedeni olduğu belirtilmektedir. Bu nedenle, iyi bir çalışma ergonomisi, bir diş hekiminin sağlıklı bir çalışma hayatı için gereklidir. Bozukluklar az semptomatik olduğunda yapılan erken müdahale, üretkenlik ve morbidite kaybı açısından yükü önemli ölçüde azaltabilmektedir (Valachi ve Valachi 2003).

Bunların yanı sıra, tedavide kullanılacak el aleti ve malzemelerin önceden hazırlanması, verimliliği artırarak diş hekimliği ekibinin optimum fiziksel/zihinsel denge elde etmesine yardımcı olacaktır. Bu noktada diş hekimliği yardımcı personelinin eğitiminin önemi devreye girmektedir.

Diğer dikkate alınması gereken etken ise finansal faktörlerdir. Muayenehanede kullanılacak eşya ve malzemelerin satın alınması, sürekli eğitim ve diş hekimliği teknolojilerinin eklenmesi ile; ilgili eğitim giderleri ve diğer mali sorunlar, diş hekimlerinde KİS hastalık riskine katkıda bulunacak strese yol açabilmektedir (Rada ve Johnson-Leong 2004, Jena ve ark 2021). Bunun sonucunda da KİS hastalıkları, çalışma performansının düşürmesine neden olurken, aynı zamanda diş hekimi ve diş hekimi yardımcılarının yaşam kalitesini azaltarak, ekstra bir stres kaynağı olmaktadır (5,60 Antonopoulou ve ark 2009).

KİS hastalıkları vücudun belirli herhangi bir bölgesi ile sınırlı değildir; ancak diş hekimlerinde genellikle boyun, omuz, bel ve bileklerde görülür (Hayes ve ark 2009). Diş hekimlerinde hasta tedavi ederken; aşırı baş ve boyun fleksiyonu, gövde eğimi ve/veya bir tarafa doğru dönme, bir veya iki omuzu kaldırma; torasik vertebral segmentin genişlemiş eğrisi ve alt uzantıların uyluk-bacak noktasının 90°'nin altında yanlış konumlandırılması gibi duruş bozuklukları yaygın olarak gözlenmektedir.

2. KAS VE İSKELET SİSTEMİ HASTALIKLARI VE DİŞ HEKİMLİĞİ

Genel olarak, KİS hastalıkları şikâyeti olanlar, etkilenen bölgede uyuşma, karıncalanma, ağrı, güçte azalma veya şişlik yaşayabilirler (Michalak-Turcotte 2000). Bu semptomlar, kas fonksiyonunun azalması, sinir iletiminin bozulması, kasların, tendonların ve bağların gerilmeleri ve yırtılmaları veya kemiklerin dejenerasyonu veya mikro kırılması dahil olmak üzere çeşitli mekanizmalarla kendini gösterebilmektedir. Literatürde karpal tünel sendromu (Conrad ve ark 1990), tendinit (Conrad ve ark 1990, Hawn ve ark 2006), torasik çıkış sendromu (Sanders ve Turcotte 2002) ve de Quervians hastalığı (Simmer ve ark 2006) gibi birçok spesifik KİS hastalığı tanımlanmıştır.

Diş hekimliğinde KİS hastalıklarının yüksek prevalansında, “duruş bozukluklarının; tekrarlanan görev ve hareketlerin, güç uygulamanın; yapılan tedavini süresini (örneğin, iki saatten fazla); yüksek fleksiyon derecelerinin (özellikle 45°'yi aşan fleksiyon) fiziksel risk faktörleri ile yakından ilişkili olduğu belirtilmektedir (Sachdeva ve ark 2020, Nourollahi ve ark 2018, Mcgil ve ark 2003)). Özellikle, öne doğru 20°'den büyük gövde fleksiyon açıları uygunsuz kabul edilmektedir (Nourollahi ve ark 2018). Bunlara ek olarak, fleksiyon ve lateral fleksiyon ile birlikte aksel rotasyonun, KİS hastalıklar için kombine risk faktörleri olduğu belirtilmektedir (McGil ve ark 2003).

Bunun yanı sıra yapılan araştırmalar ise öğrencilerin ergonomi konusunda teorik bilgiye sahip olmalarına rağmen bunu uygulamaya koymakta zorlandıklarını göstermektedir (Thanathornwong ve Kan Ouivirach 2014, Garcia ve ark 2015, Garcia ve ark 2017). Bu da diş hekimlerine ergonomik alışkanlıkları okurken kazandırmanın, onları gelecekte düzeltmeye çalışmaktan çok daha etkili olacağı, ergonomi uygulamalarının okul müfredatına dahil edilmesi önerilerini gündeme getirmektedir (Garbin ve ark 2011).

Ayrıca KİS hastalıklar, ergonomik tabureler, büyüteçler (loop), cerrahi mikroskoplar, endoskoplar, diğer görsel yardımcıları ve operasyona özel hareketli araçlar gibi özel olarak tasarlanmış ekipmanlar ile önlenebileceği de önem taşıyan, dikkat edilmesi gereken bir noktadır. Bu tür araçların hekim ve dental ekip çalışanlarının öne, yana doğru eğilme gibi duruş bozukluklarını engellediği dolayısı ile de bu tip şikâyet, travma ve hastalıkların oluşumunu engelledikleri bildirilmektedir (78,79). Büyüteç kullanımının KİS hastalıklarını önlemede (%40) en etkili yollardan biri olduğu belirtilmiştir.

Diş hekimlerinde bel ve/veya boyun ağrısı prevalansının %13 ila %89 arasında değiştiği bildirilmektedir (Al Otaibi ve ark 2022). Omurlar arası disklere daha fazla baskı uygulayan duruşların ve uzamış spinal hipomobilitenin, bel ve servikal omurgada dejeneratif değişikliklere yol açan önemli risk faktörleri olduğu gösterilmiştir. Statik (hareketsiz) kas kasılmaları ile statik postüre bağlı kas iskemisi/nekrozu arasında güçlü bir ilişki olduğu belirtilmektedir (Alipour 2008).

Burada dikkat edilmesi gereken nokta anlık fiziksel yüklerin sadece tek başına değil aynı zamanda kümülatif olarak da fiziksel sağlığı etkilemiş olmasıdır. Bel ağrısı diş hekimlerinde yaygın bir şikâyete olarak karşımıza çıkmaktadır. Anlaşıldığı üzere, diş hekimliğinde, birçok KİS hastalıkları olgusu

kümülatif travma ile ilişkilidir. Bunlar, tekrarlayan zorlanma ve yaralanmalar olarak kabul edilir. Diş hekimleri arasında tekrarlayan zorlanma ve yaralanmalar için risk faktörleri arasında; kavrama ve tekrarlayan hareketlerde, ince aletlerin kullanımı ve ultrasonik aletler gibi titreşimli aletler yer almaktadır. (Morse ve ark 2003).

Diş hekimlerinin, yaşam kalitesi ve sağlıklarına olumsuz etki eden, tükenmişlik gibi durumlara neden olan KİS hastalıkları, mesleki tehlikelere karşı oldukça hassastır ve bu da genellikle daha önce de belirtildiği gibi bazı diş hekimlerinin mesleği bırakmasına neden olmaktadır (Mulimani ve ark 2008).

Yukarıda da belirtildiği gibi fizyolojik olarak olumsuz bir uygulama ortamı oluşturan faktörlerden biri, uzun süreli statik yani hareketsiz duruştur. Germe hareketleri ve düzenli çalışma molaları, atık ürünleri kaslardan uzaklaştırarak kan akımının artmasını sağlar. Diş hekimlerinde esnemenin kas-iskelet ağrısını azalttığına dair kanıtlar gösteren çalışmalar vardır. Özellikle haftalık düzenli egzersiz eksikliğinin artan bel ağrısı ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (Shariat ve ark 2018, Roll ve ark 2019).

Ayakların ve bacakların doğru konumlandırılması, vücudun taban yüzeyini genişleterek, alt ekstremitelerde kas sıkışması nedeni ile venöz dönüşü engelleyen varis, ödem, ağrı ve iltihaplanma gibi dolaşım sistemindeki olası değişiklikleri önlemektedir. Alt ekstremiteler, oturma sırasında zayıf pozisyon nedeniyle ağrı yaşama olasılığı en yüksek ikinci vücut bölgesidir; ağrının alt uzuvlarda, boyun ve sırtta %81 oranında meydana geldiği bildirilmiştir (Munaho ve ark 2018). Bu nedenle düzenli egzersiz yapmanın bu tip şikayetlerin önlenmesinde (%40) etkin olduğu belirtilmektedir.

3. DİŞ HEKİMİ / HASTA POZİSYONU

Diş hekimliği ergonomik uygulamalarında bir diğer nokta ise dört elli diş hekimliği uygulama yöntemlerinden saat konseptidir. Saat konsepti hekimin sağ veya sol elini kullanmasına göre muayene dizaynı, hekim, hasta ve asistan konumlanmasının saat düzenine göre düzenlemesidir. Hekimin nötr çalışma duruşu, hasta fotöyde yere paralel yatay (supin) pozisyonunda iken; saat 12 konumunda, hastanın başının arkasında konumlanmasıdır. Hastanın ağzı bir referans noktası olarak kabul edilerek, diş hekiminin dirsek hizasında olmalı ve hastanın başı koltuk başlığının ucunda olacak şekilde yerleştirilmelidir. Biyomekanik avantaj sağlayan ve kas-iskelet sistemi üzerindeki baskıyı azaltan nötr bir oturma postürü için dik bir omurgaya ihtiyaç vardır. Eller, bilekler ve ön kollar düz, aynı hizada ve zemine paralel olmalıdır. Dirsekler vücudun her iki yanında gevşemiş, en fazla 10° abdüksiyonda ve ön kollar yere paralel veya 10°'ye kadar hafifçe yukarıda pozisyonlanmalıdır. Baş ve boyun dik konumda (kulaklar omuzların üzerinde, omuzlar kalçaların üzerinde) ve gövde ile aynı hizada olmalıdır. Baş 0-20 derece fleksiyonda. Oturma pozisyonunda kalçalar dizlerden daha yüksekte, kalça açısı 105-125 derece ve uygun bel desteği kullanılarak sırt tamamen desteklenmelidir (Valachi 2008). Her ekip üyesi vücudun biyomekaniğini, özellikle oturma duruşunu anlamalıdır (Thanathornwong ve ark Suebnukarn 2015).

Dört elli diş hekimliği uygulanırken, iyi eğitilmiş bir diş hekimi asistanı, 14 ila 25 inçlik yatay erişim mesafesine yerleştirilmiş, alet, ekipmanları kullanmalı ve aktarmalıdır. Bu konumlandırma, operatöre verimli alet transferi sağlamak için uygundur. Dört elli tekniğin sağladığı ekip çalışması, gereksiz hareketleri azaltarak, hareket ekonomisi sağlamanın yanı sıra; her iki dental ekip üyesi için uygun çalışma duruşunu elde etmede destek sağlamaktadır (Singh ve ark 2014).

4. ERGONOMİK OFİS TASARIMI VE ARAÇLARI

Ergonomik uygulamada, ofis tasarımı ve düzeni verimli iş akışına ve tüm dental ekibin sağlığına odaklanmalıdır. Mobilya ve ekipman seçimi, özellikle diş hekimi ile diş hekimi asistanı arasındaki koordineli iş akışını ve verimliliğini desteklemelidir (Hokwerda ve ark 2006).

Uygun ekipman seçiminin, diş hekimliği ortamındaki kas-iskelet sorunları ve semptomlarını önemli ölçüde azalttığı gösterilmiştir. Hareketli ve ergonomik hekim ve asistan taburelerinin seçimi, muayene aynalarının, loop ve cerrahi mikroskop gibi büyütme yardımcılarının bu semptom ve hastalıkları engellemedeki etkileri bilinmektedir (Saxena ve ark 2014).

Diş hekimi ve diş hekimi yardımcısı tabureleri, bireysel vücut antropometrik değerlerine göre ayarlanabilen, uygun dışbükey şekil ve boyutta bel desteği sağlamalıdır. Bunlara ek olarak, dizlerden daha yüksek bir kalça açısını yakalayabilmek için koltuğun eğimi ayarlanabilir olmalıdır. Ayrıca kol ve dirsek destekli tabureler; özellikle boyun ve omuzlardaki kas yorgunluğunu azaltmada, üst ekstremitelerin desteğini optimize etmeye yardımcı olacak şekilde, yükseklik ve genişlikte ayarlamalar yapılabilen türden seçilmelidir (Bolderman ve ark 2017).

Büyütme kullanmadan çalışan diş hekimi, görmedeki eksikliğini, gözleri hastanın ağzına yaklaştırarak telafi eder, bu da bel ve/veya servikal eğrilerin öne eğik duruşuna neden olarak, düzleşmesine dolayısı ile servikal ve lomber strese neden olur (Katano ve ark 2021). Büyüteç veya mikroskop kullanmanın klinisyenlerin çalışma duruşunu iyileştirdiği ve ergonomik olarak verimsiz duruş ve uygulamayla ilgili tekrarlayan stres yaralanmalarını azalttığı gösterilmiştir. Büyüteç seçimi, klinisyenin kas-iskelet ve klinik ihtiyaçlarına dayalı olmalı ve optimal konumlandırma, çalışma mesafesi ve büyüteçlerin sapma açısı ve alan derinliği gibi faktörleri ele alınarak yapılmalıdır (96).

Uygulamada, görme netliği, iyi bir tedavi ve daha iyi sonuçlar elde etmeye yardımcı olur. Örneğin, cerrahi mikroskobun kullanıldığı uygulamalarda, çoklu büyütme ayarları ve çalışma alanında gölge oluşturmayan görme eksenindeki koaksiyel aydınlatma, daha verimli ve etkili tedaviyi destekler. Ayrıca doğru aydınlatma ile özellikle ışık seviyelerini artırarak, eş zamanlı görünür çözünürlüğü de artırabilir (Carr ve Murgel 2010)

Ergonomik ekipman seçimi, doğru çalışma duruşu ve dikkatli bir şekilde organize edilmiş bir tedavi düzeni sağlanması, ağız sağlığında hizmet veren diş hekimi ve yardımcı personelin kariyer ömrünü potansiyel olarak tehlikeye atabilecek KİS hastalıklarından korunmasına yardımcı olabilmektedir (Anshasi ve ark 2022, Alamri ve ark 2023).

SONUÇLAR

Ergonomi, maksimum verimlilik ve güvenlik için ürün ve prosedür tasarlama ile ilgili uygulamalı bir bilimdir. Hizmet sağlayıcıların faaliyetlerini iyileştirmek için insan, ekipman (teknoloji) ve çevresel faktörler arasındaki etkileşim kalıplarının incelenmesi; "mesleki zararlı faktörlerin" dinamik tespiti; teknolojik sistemlerin çalışma koşulları ve çevresel faktörlerin özellikleri dikkate alınarak "insan-operatör" işleyişinin teorik temellerinin, insan emeği sürecinin geliştirilmesi ve iyileştirilmesi için ergonomik veri ve hipotezlerin diş hekimliğinde de yaygın bir şekilde kullanılması gerekmektedir.

İnsan vücudu biyomekanik, anatomik veya fizyolojik olarak oturarak uzun saatler çalışacak şekilde tasarlanmamıştır. Diş hekimliği öğrencilerinde de kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarına yakalanma

riski yüksek olduğundan eş zamanlı ergonomi eğitimi önemli ve gereklidir. Diş hekimliği eğitiminde kas ve göz koordinasyonunu senkronize etme yani bireysel el becerisi hem prelinik hem de klinik eğitimde çok önemlidir. Diş hekimliğinde küçük nesnelerin manipülasyonu ile ilgili bir meslek olarak işlemlerin çoğu motor beceri olarak tanımlanabilir. Bu noktada ergonominin diş hekimliği müfredatına konulması çok büyük önem taşımaktadır. Diş hekimliği eğitim ile eş zamanlı gerçekleştirilen ergonomi eğitimi, prelinik eğitimi aşamasından başlattırılarak, uygun duruşları korumanın öneminin bilinciyle, doğru postüral alışkanlıkların kazanılmasını sağlayarak profesyonel meslek hayatında da yaşam kalitesine katkıda bulunacaktır.

Diş hekimliği, meslek ile ilişkili kas-iskelet bozukluklarının yaygınlığının yüksek olduğu bir meslektir ve semptomlar genellikle kariyerin erken dönemlerinde, yukarıda da belirtildiği gibi öğrencilik aşamasında başlayabilmektedir. Fiziksel, bilişsel ve organizasyonel alanlardaki ergonomik düzenlemeler, KİS hastalıklarının oluşmasını önlemeye katkıda bulunmaktadır. Bu noktada diş hekimliği eğitiminde, ergonomi eğitiminin sadece müfredata eklenmesi ve izlencelerde teorik olarak değil aynı zamanda uygulamalı olarak yer alması önemlidir.

Diş hekimlerinin bu tip rahatsızlıklardan korunmaları ve bunlar nedeni ile profesyonel kariyerlerinde herhangi bir engele takılmadan hastalarına kaliteli bir tedavi sunabilmeleri için ergonomi bilincini arttırmak çok önemlidir. Bu nedenle bir ergonomi kültürü yerleştirmek; rahat çalışma, daha fazla ve doğru üretkenlik ve KİS hastalıklarının önlenmesi ve/veya azaltılmasına yardımcı olacaktır. Sonuç olarak ergonomik bir vizyon oluşturmak, KİS hastalıklarını önlemek için diş hekimliği muayenehaneleri gibi bütün hizmet verilen çalışma ortamlarında ergonomiye duyarlı bir kültür oluşturmaktan geçmektedir.

Ergonomik değişim süreci, sürekli iyileştirme döngüsünü temsil eder. Benzer şekilde, diş hekimliğinde de ergonomik değişikliğin, bir sonu yoktur. Her zaman dikkate alınması ve aranması gereken yeni ergonomik yaklaşımlar vardır. Ergonomik sorunları azaltmak için savunulan çeşitli stratejileri veya önerileri gözden geçirmek ve takip etmek önemlidir. Ergonomik diş hekimliği aletlerini incelemek ve farkındalık yaratmak, ergonomik vizyona ulaşmak için eylemler ve stratejik girişimler yapılmalıdır.

Bu noktada diş hekimliği çalışanları için ergonomik kontrol listeleri oluşturmak, diş hekimliği organizasyonunda ergonomiyi teşvik etmek için önemli bir adım olabilir. Ayrıca ergonomiyi uygulamaya koymakla ilgilenen kilit personel temsilcilerinden oluşan bir koalisyon oluşturmak, ergonomi vizyonuna ulaşmak için meslektaşları yönlendirmek, cesaretlendirmek, motive etmek ve bir ergonomi kültürünün oluşması ve sürdürülmesine destek vermek için yardımcı olabilir.

Dört elli, hatta altı elli gibi diş hekimliği ergonomik uygulamalarının öğrenci kliniklerinden itibaren başlaması ve profesyonel hayatta yaygınlaşması gerekmektedir.

Diş tedavisi sırasında, tedavi alanını net görememek, genellikle çalışma duruşunu tehlikeye sokmaktadır. Bu nedenle büyütme ve koaksiyel aydınlatma kullanılması ergonominin uygulanmasını kolaylaştırmaktadır. Diş hekimliği tedavi/muayene ortamının dikkatli bir şekilde düzenlenmesi ergonomik uygulamaya yardımcı olur. Bu da diş hekimliği muayene ve klinik tasarımında ergonomi konusunda uzmanlaşmış mimari ekiplerin önemi gündeme getirmektedir.

Klinik ekip için esnek çalışma programı ve düzenli aralar, diş hekimi ve personelinin ruh ve beden sağlığı için çok önemlidir. Ayrıca uygulamalar sırasında mikroskopların ve ergonomik hekim,

asistan ve hasta koltuklarının kullanımı diş hekimliği eğitimi sırasında öğretilmelidir. Diş hekimi, hasta ve asistanın sistematik olarak doğru konumlandırılması, tedavi işlemleri sırasında optimum biyomekaniği destekleyecek bir diğer faktördür.

Uygun ergonomik eğitim ile diş hekimi asistanlarının da ergonomi kuralları konusunda eğitilmesi, iş akışlarının yanı sıra diş hekiminin verimliliği ve yapılan tedavinin kalitesini iyileştireceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Diş hekimliği, hekim-hasta-yardımcı personelden oluşan bir ekip çalışmasıdır. Bu ekibin fiziksel, ruhsal, biyolojik denge ve uyumu için ergonomi kurallarının diş hekimliğinin her alanına uyarlanması ve kullanılması uzun vadede bu ekibin başarı ve kazanımlarını çift taraflı arttıracak ve farkındalık yaratacaktır. Stomalar, kalıcı ya da geçici olabilirken endikasyonuna göre bağırsak ile karın duvarı arasında oluşturulan anastomozun tipine göre de adlandırılırlar (Yılmaz vd., 2021).

KAYNAKÇA

- Alamri, A., ElSharkawy, M. F., & Alafandi, D. (2022). Occupational physical hazards and safety practices at dental clinics. *European journal of dentistry*.
- Al-Johany SS. A survey of left-handed dental students and interns in Saudi Arabia. *J Dent Educ*. 2013;77:105-112
- Al Otaibi F, Nayfeh FM, Alhussein JI, Alturki NA, Alfawzan AA. (2022). Evidence based analysis on neck and low back pain among dental practitioners — A systematic review. *J Pharm Bioallied Sci.*;14(Suppl S1):S897–S902.
- Alipour, A. (2008). Neck and shoulder pain: prevalence, incidence and risk factors, the IKCO cohort study. Stockholm, Sweden. Department of Clinical Neuroscience, Section of Personal Prevention, Karolinska Institute.
- Alexopoulos EC, Stathi IC, Charizani F. (2004). Prevalence of musculoskeletal disorders in dentists. *BMC Musculoskelet Disorder*;5:16.
- Anshasi, R. J., Alsyouf, A., Alhazmi, F. N., & AbuZaitoun, A. T. (2022). A Change Management Approach to Promoting and Endorsing Ergonomics within a Dental Setting. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(20), 13193
- Antonopoulou MD, Alegakis AK, Hadjipavlou AG, Lionis CD.(2009) Studying the association between musculoskeletal disorders, quality of life and mental health. A primary care pilot study in rural Crete, Greece. *BMC Musculoskelet Disord*;10:143
- Antoniadou M. (2022). Estimation of factors affecting burnout in Greek dentists before and during the COVID-19 pandemic. *Dent J.*;10:108.
- Anshasi, R. J., Alsyouf, A., Alhazmi, F. N., & AbuZaitoun, A. T. (2022). A Change Management Approach to Promoting and Endorsing Ergonomics within a Dental Setting. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(20), 13193.
- Bolderman FW, Boz-Huizer JA, Hoozemans MJ. (2017). The effect of arm support on muscle activity, posture, and discomfort in the neck and shoulder in microscopic dentistry: Results of a pilot study. *IJSE Trans Occup Ergon Hum Factors.*;5:1–14.

- Bruers JJM, Trommelen LECM, Hawi P, Brand HS. (2017). Musculoskeletal disorders among dentists and dental students in the Netherlands. *Nederlands Tijdschrift voor Tandheelkunde*;124(11):581-7
- Carr GB, Murgel CAF. (2010). The use of the operating microscope in endodontics. *Dent Clin N Am.*;54:191–214.
- Carayon P, Karsh BT, Gurses AP, et al.(2013). Macroergonomics in healthcare quality and patient safety. *Rev Hum Factors Ergon*;8:4–54.
- Carr GB, Murgel CAF. (2010). The use of the operating microscope in endodontics. *Dent Clin N Am.*;54:191–214.
- Center for Disease Control and Prevention (2020). Workplace Health promotion: work-related musculoskeletal disorders & ergonomics. <https://www.cdc.gov/workplacehealthpromotion/health-strategies/musculoskeletal-disorders/index.html>
- Conrad J, Osborn J, Conrad K, Jetzer T. (1990) Peripheral nerve dysfunction in practicing hygienists. *Journal of Dental Hygiene*;64(8):382-7.
- Corrales Zúniga IA, Saucedo Malespín NL, Vega Vílchez AL, Duarte Frenky OJ, Hong G, Vanegas Sáenz JR. (2023). Evaluation of the ergonomic sitting position adopted by dental students while using dental simulators. *J Dent Sci*;18(2):526-533. doi: 10.1016/j.jds.2022.09.007.
- Díaz Caballero, A. J., Gomez Palencia, I. P., & Díaz Cárdenas, S. (2010). Ergonomic factors that cause the presence of pain muscle in students of dentistry.
- Finkbeiner, B. L. (2000). Four-handed dentistry revisited. *The journal of contemporary dental practice*, 1(4), 74-86.
- Gadicherla S, Pentapati KC, Singh A, John ER, Smriti K. (2018).Evaluation of a new ergonomic position for the operator/clinicians for the extraction of mandibular right posterior molar teeth. *J Int Oral Health*. 2018;10:36–9.
- Garbin, A. Í., Garbin, C. A. S., Diniz, D. G., & Yarid, S. D. (2011). Dental students' knowledge of ergonomic postural requirements and their application during clinical care. *European Journal of Dental Education*, 15(1), 31-35.
- Garcia PPNS, Gottardello AC, Presoto CD, Campos JADB. (2015). Ergonomic work posture in undergraduate dentistry students: correlation between theory and practice. *J Educ Ethics Dent.*;5(2):47-50.
- Girotra1 C, Acharya S, Shetty O, Shah R. (2020). DEtermination of ergonomics, fitness, and its impact in dental practice: a kap study. *Int. J. Adv. Res.* 8(01), 971-977
- Gowdar IM, Alfadel MK, Almakenzi AA, Alshahrani GA, Alanazi AA, Alanazi AA. (2022).Assessment of Knowledge and Practice of Ergonomics among Dental Practitioners in Riyadh City in Saudi Arabia. *J Pharm Bioallied Sci*:S938-S942. doi: 10.4103/jpbs.jpbs_793_21.
- Goldstep, F. (1998). Designing the esthetic dental environment. *Dental Clinics of North America*;42:643-51.

- Hakim H, Khemiri A, Chortane OG, et al. (2022). Mental fatigue effects on the produced perception of effort and its impact on subsequent physical performances. *Int J Environ Res Public Health*;19:10973.
- Hawn C, Tolle S, Darby M, Walker M. (2006). A laboratory study to determine the effects of universal and rotating ultrasonic inserts on wrist movement and scaling time efficiency of dental hygienists. *International Journal of Dental Hygiene* ;4(1):15-23.
- Hayes MJ, Cockrell D, Smith DR. (2009). A systematic review of musculoskeletal disorders among dental professionals. *International Journal of Dental Hygiene*;7(3):159-65.
- Hayes MJ, Smith DR, Cockrell D. An international review of musculoskeletal disorders in the dental hygiene profession. *International Dental Journal* 2010;60:343-52
- Hokwerda, O., Wouters, J. A. J. J., de Ruijter, R. A. G. R., & Zijlstra-Shaw, S. (2006). Ergonomic requirements for dental equipment, Guidelines and recommendations for designing, constructing and selecting dental equipment. 2006. Cited on 05th Dec http://www.optergo.com/images/Ergonomic_req_april2007.pdf.
- International Ergonomics Association (2023). What Is Ergonomics (HFE)? <https://iea.cc/about/what-is-ergonomics/> (IEA2018). Erişim Tarihi: 5.2023
- Jena M, Satyarup D, Nagarajappa R, Dhar U. (2021). Stress in dentistry: a review. *Indian J Forensic Med Toxicology*. 2021;14:8667–8670
- Katano K, Nakajima K, Saito M, Kawano Y, Takeda T, Fukuda K. (2021). Effects of line of vision on posture, muscle activity and sitting balance during tooth preparation. *Int Dent J*;71:399–406.
- Knapik J. (2015). The importance of physical fitness for injury prevention: part 1. *J Spec Oper Med*. 15:123–127.
- Laborde S, Kauschke D, Hosang TJ, Javelle F, Mosley E. (2020). Performance habits: a framework proposal. *Front Psychol*.11:1815.
- Lalumandier JA, McPhee SD. (2001). Prevalence and risk factors of hand problems and carpal tunnel syndrome among dental hygienists. *Journal of Dental Hygiene* ;75(2):130-4.
- Lydia G, Ivan I, Marin I, Kalina P (2012) Ergonomization of the working environment and building up of healthy working posture of dental students. *Journal of IMAB* 18:243–250.
- Lugassy D, Levanon Y, Pilo R, et al.(2018). Predicting the clinical performance of dental students with a manual dexterity test. *PLoS ONE*.;13:e0193980.
- Marcora SM, Staiano W, Manning V. (2009). Mental fatigue impairs physical performance in humans. *J Appl Physiol*. 2009;106:857–864.
- Marshall, E. D., Duncombe, L. M., Robinson, R. Q., & Kilbreath, S. L. (1997). Musculoskeletal symptoms in new south wales dentists. *Australian dental journal*, 42(4), 240-246.
- Martin, M. M., Ahearn, D., Gotcher, J., Smith, S. W., Verhagen, C. M., & Michigan Ismail, A. (2004). An introduction to ergonomics: Risk factors, MSDs, approaches and interventions. *American Dental Association*, 1-26.

- McLaren W., Parrott L. (2018). Do dental students have acceptable working posture? *Br Dent J*;225:59–67
- Moodley, R., Naidoo, S., & van Wyk, J. (2018). The prevalence of occupational health-related problems in dentistry: A review of the literature. *Journal of occupational health*, 60(2), 111-125.
- McGill SM, Grenier S, Kavcic N, Cholewicki J.(2003). Coordination of muscle activity to assure stability of the lumbar spine. *J Electromyogr Kinesiol*. 2003;13:353–359.
- Michalak-Turcotte C. (2000). Controlling dental hygiene work-related musculoskeletal disorders: the ergonomic process. *Journal of Dental Hygiene*;74(1):41-8.
- Morse TF, Michalak-Turcotte C, Atwood-Sanders M, Warren N, Peterson DR, Bruneau H, et al. (2003). A pilot study of hand and arm musculoskeletal disorders in dental hygiene students. *Journal of Dental Hygiene* ;77(3):173-9.
- Moosa, U. K., & Bhayat, A. (2022). The Ergonomic Knowledge and Practice of Dental Students in a Tertiary Institution in South Africa. *International Journal of Dentistry*, 2022.
- Motghare V, Singh M. (2018). Ergonomics in dentistry: Narrative review. *Int J Appl Dent Sci*;4:104–110.
- Mulimani P, Hoe VC, Hayes MJ, Idiculla JJ, Abas AB, Karanth L. (2008). Ergonomic interventions for preventing musculoskeletal disorders in dental care practitioners. *Cochrane Database Syst Rev*;10(10):CD011261. doi: 10.1002/14651858.CD011261.
- Munaga S, Rawtiya M, Khan S, Chitumalla R, Kubagiri SR, Sajjan P (2013) Assessment of knowledge, practices, and work place conditions related to ergonomics among dental students of Bhopal-City a questionnaire study. *J Orofac Sci* 5:109–113.
- Neves TDC, Pazos JM, Genaro LE, Hallak JC, Garcia PPNS. (2023) Manual dexterity in dentistry: Development and evaluation of a preclinical training program. *J Dent Educ*. doi: 10.1002/jdd.13233. Epub ahead of print. PMID: 37160672.
- Nordander C., Ohlsson K., Akesson I., et al. (2009) Risk of musculoskeletal disorders among females and males in repetitive/constrained work. *Ergonomics*.;52:1226–1239.
- Nourollahi M, Afshari D, Dianat I.(2018). Awkward trunk postures and their relationship with low back pain in hospital nurses. *Work*;59:317–323.
- Rada RE, Johnson-Leong C. (2004). Stress, burnout, anxiety and depression among dentists. *J Am Dent Assoc*. 2004;135:788–794.
- Rising, D. W., Bennett, B. C., Hursh, K., & Plesh, O. (2005). Reports of body pain in a dental student population. *The Journal of the American Dental Association*, 136(1), 81-86.
- Roll SC, Tung KD, Chang H, et al. (2019). Prevention and rehabilitation of musculoskeletal disorders in dental professionals: A systematic review. *J Am Dent Assoc*.;150:489–502.
- Ross A. (2016). Human factors and ergonomics for the dental profession. *Dent*; 43:688–690, 692–695.
- Sachdeva, A., Bhateja, S., & Arora, G. (2020). Ergonomics in dentistry: A comprehensive review. *J Dent Res Rev*, 7(1), 32-35.

- Sanders MA, Turcotte CM. (2002). Strategies to reduce work-related musculoskeletal disorders in dental hygienists: two case studies. *Journal of Hand Therapy*;15(4):363-74.
- Saxena P, Gupta SK, Jain S, Jain D. (2014). Work-related musculoskeletal pain among dentists in Madhya Pradesh, India: prevalence, associated risk factors, and preventive measures. *Asia Pac J Public Health*;26:304–309.
- Shariat A, Cleland JA, Danaee M, Kargarfard M, Sangelaji B, Tamrin SBM.(2018). Effects of stretching exercise training and ergonomic modifications on musculoskeletal discomforts of office workers: a randomized controlled trial. *Braz J Phys Ther*; 22:144–153.
- Shirzaei, M., Mirzaei, R., Khaje-Alizade, A., & Mohammadi, M. (2015). Evaluation of ergonomic factors and postures that cause muscle pains in dentistry students' bodies. *Journal of clinical and experimental dentistry*, 7(3), e414.
- Simmer-Beck M, Bray KK, Branson B, Glaros A, Weeks J.(2006). Comparison of muscle activity associated with structural differences in dental hygiene mirrors. *Journal of Dental Hygiene*;80(1):8.
- Singh N, Jain A, Sinha N, Chauhan A, Rehman R. (2014). Application of four-handed dentistry in clinical practice: A Review. *Int J Dent Med Res*. 2014;1:8–13.
- Surve RR, Anjali AK, Pereira T, Shetty S, Gotmare SS, Pereira C. (2022). Assessment of ergonomics to study the correlation between physical and psychological factors with prevalence of musculoskeletal disorders in practicing dentists. *J Oral Maxillofac Pathol*;26(3):356-361.
- Szymańska J.(2002). Disorders of the musculoskeletal system among dentists from the aspect of ergonomics and prophylaxis. *Ann Agric Environ Med*; 9: 169–173.
- Thanathornwong B, Kan Ouivirach SS. (2014). A system for predicting musculoskeletal disorders among dental students. *Int J Occup Saf Ergon*;20:463-475.
- Thanathornwong B, Suebnukarn S. (2015). The improvement of dental posture using personalized biofeedback. *Stud Health Technol Inform* ;216:756–760.
- Thornton, L. J., Barr, A. E., Stuart-Buttle, C., Gaughan, J. P., Wilson, E. R., Jackson, A. D., ... & Smarkola, C. (2008). Perceived musculoskeletal symptoms among dental students in the clinic work environment. *Ergonomics*, 51(4), 573-586.
- Valachi B, Valachi K (2003). Preventing musculoskeletal disorders in clinical dentistry: strategies to address the mechanisms leading to musculoskeletal disorders. *J Am Dent Assoc*. Dec;134(12):1604-12. doi: 10.14219/jada.archive.2003.0106. PMID: 14719757.
- Valachi B. (2008). Practice Dentistry Pain-Free. Evidence-Based Strategies to Prevent Pain and Extend Your Career. Portland, Ore: Posturedontic Press; 2008:26–27.