

Türk toplumunda alt ekstremite alignment normogramı

Sedat Sezen⁽¹⁾, Fehmi Kuyurtar⁽¹⁾, Murat Erdoğan⁽²⁾, Mustafa Karaođlanođlu⁽²⁾

Ekstremitte alignment normogramları artroplastide, osteotomi planlamasında ve kırık ile malunion tedavisinde kullanılmaktadır. Bu çalışmanın amacı Türk toplumu için alt ekstremite alignment normogramını elde etmektir. Bunun için 100 sağlıklı ve gönüllü denek kullandık. Hepsine alt ekstremite uzunluk grafileri çekildikten sonra grafiler üzerinde 21 parametre belirleyip ölçtük. Sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirildiğinde Türk toplumunun yabancı toplumlara göre yaşlanmayla daha fazla mekanik faktörlere maruz kaldığı ve bunun alt ekstremite alignment parametrelerinde değışiklikler yaptığını bulduk. Alignment normogramları kullanılması gerektiğinde Türk toplumundaki bu değışiklikler gözönüne alınmalıdır.

Anahtar kelimeler: Alt ekstremite, alignment, normogram

Lower extremity alignment normogram of Turkish population

Extremity alignment normogram is useful in planning arthroplasty, osteotomy and treatment of fracture and malunion. The aim of this study is to get a lower extremity alignment normogram of Turkish population. Lower extremity plain radiographics of a hundred healthy volunteer are obtained and 21 parameters are measured in each of them. Results are statistically analysed. Mechanical factors depending on aging, alters lower extremity alignment normogram parameters in Turkish population. When lower extremity alignment normogram is needed, surgeons should take into consideration of these alterations in Turkish people.

Keywords: Lower extremity, alignment, normogram

Bir eklem anatomik düzgünlüğü ile işlevleri doğrudan ilişkilidir (9). Anatomik düzgünlük kavramını 2 terimle açıklayabiliriz ve oryantasyon. Alignment terimi (alt ekstremite için) kalça, diz ve ayak bileği eklemlerinin birbiriyle oluşturduğu kolineariteyi, oryantasyon terimi ise eklem yüzüne göre eklemi yapan kemiklerin pozisyonunu ifade etmektedir (8). Aksiyel alignment ve oryantasyon bozulması durumunda eklem binen yük dağılımı da etkilenmektedir. Malalignment ve artroz arasında sebep sonuç ilişkisini gösteren direk kanıtlar saptanmamış olmasına rağmen, bu konuda sekonder kanıtlar saptanmıştır (3, 8).

Horizontal oryantasyon yük taşıma (weight-bearing) fonksiyonu için temel anatomik determinanttır (7). Horizontal oryantasyon kaybı, eklem binen yük dağılımını etkiler. Bu da eklem kartilaj ve kapsülogamentöz yapılarındaki straini arttırmaktadır. Her malalignment durumunda genellikle oryantasyon da bozulmaktadır. Malalignment düzeltilirken oryantasyon kaybının olup olmadığı araştırılmalı, varsa düzeltilmelidir (4, 5). Alignment normogramları özellikle şu durumlarda kullanılmaktadır (1, 2, 4, 6).

1. Artroplastide uygularken tipinin belirlenmesinde
2. Osteotominin tipi, kama (wedge) açısı ve yerinin belirlenmesinde
3. Uzatma yaparken preoperatif planlamada,
4. Kırık ve malunion tedavisinde,
5. Kemik nakil işlemlerinde,
6. Herhangi bir eğrilğin prognozunu tahmininde.

Literatür incelendiğinde alt ekstremite alignment normal değerlerinde özellikle kalça için, veri yeterliliği dikkati çekmektedir (1, 8). Çalışmamızda; Türk toplumunda, genelde total normalite ve özede ilimiz için bir normogram çıkartmayı amaçladık.

Hastalar ve yöntem

Çalışma kapsamına 100 sağlıklı ve gönüllü denek alındı. Çalışma öncesi tüm denekler klinik ve radyolojik olarak muayene edildi. Hastalık, deformite, anomali, geçirilmiş ameliyat ve geçirilmiş kırığı olanlar çalışma dışı bırakıldı. Denekler 4 gruba ayrıldı: Erkek 20-39 yaş, erkek 40-60 yaş, kadın 20-39 yaş ve kadın 40-60 yaş, Grafiler 105-35 cm boyutlarındaki kasetlere, dereceli grid kullanılarak çekildi. Hastalar ayaktayken, patella öne bakar durumda, kalça, diz ve ayak bileği tam ekstansiyonda, lateral malleoller arası uzaklık 30 cm olacak şekilde grafiler alındı. Odak -film uzaklığı 210 cm ve ekspozur etkenleri 32 mAS ile 85 +/-10 kV olarak uygulandı.

Edinilen uzunluk grafisinde 16 nokta belirlendi. Bunlar:

1. Femur başı orta noktası (H) ve T. Major tepe noktası (M),
2. T. Minör alt ucu, femur cismi ve femur distalinde 3 bikortikal nokta (Fs, Fr, Fa),
3. H noktası ile M noktasını birleştiren eksenini, Fs-Fr ekseninin kestiği (E) noktası ve Fs-Fr ekseninin collum femoris aksını kestiği (B) noktası,
4. Patella orta noktası (P), tuberositas tibia (U),

(1) Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Dr.

(2) Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı, Dr.

tibial çıkıntılar orta noktası ve femur interkondiler notch tepe noktası (K)

5. Menisküs başlangıç ve bitiş mortaları (T1, T2, T3 ve T4),

6. Talus kubbesi tepe noktası (A).

Bu 16 nokta kullanılarak 12 aks çizildi. Bunlar:

1. Femur, tibia ve tüm alt ekstremitenin mekanik eksenleri (HK, KA ve HA aksları),

2. Femurun 3 anatomik aksı;

a. Proksimal femur anatomik aksı (Fs, Fr),

b. Distal femurun anatomik aksı (Fa-K),

c. Tüm femur anatomik aksı (BK),

3. Tibia anatomik aksı (mekanik aksıyla aynıdır, KA),

4. Patellar tendon aksı (PU), patellofemoral aks (Fa-K),

5. Transvers referans aksları;

a. Proksimal femur için: H ve M noktalarını birleştiren aks (HM),

b. Ayak bileği için: Lat. ve med. talar prominensleri birleştiren aks (a1-a2 noktaları ve A aksı),

c. Diz için : T1-T4 aksı

Bu 12 aksa göre 18 açı çizilip ölçüldü:

1. Q1: KA aksı ile A aksının arasında dışta oluşan açı (Tibial mekanik açı)

2. Q2: HK aksı ile K noktasından geçen transvers aks arasında lateralde oluşan açı (Femoral mekanik açı),

3. Qp: Fr noktasından geçen transvers aks ile Fs-Fr aksının kesişmesiyle lateralde oluşan açı (Proksimal femurun oryantasyon açısı)

4. Qo: Fa noktasından geçen transvers aks ile BK aksının kesişmesiyle lateralde oluşan açı (Tüm femurun oryantasyon açısı),

5. Qd: K noktasından geçen transvers aks ile Fa-K aksının kesişmesiyle lateralde oluşan açı (Distal femurun oryantasyon açısı),

6. Qf: Fa-K aksıyla PU aksı arasında oluşan açı (Patellofemoral Q açısı),

7. Qt: KA aksıyla PU aksı arasında oluşan açı (Patellotibial Q açısı),

8. Qa: BK aksıyla PU aksı arasında oluşan açı (Anatomik Q açısı),

9. X: K noktası transvers aksıyla, T1-T4 aksı arasındaki açı (Diz eklemi oryantasyon açısı),

10. Transvers planda referans açıları (T.P.R.A.):

a. HK ile HM aksı arasında lateralde oluşan açı (Proksimal femur için).

b. HK ile T1-T4 aksı arasında lateralde oluşan açı

(Distal femur için),

c. KA ile T1-T4 aksı arasında alt-iç kadranda oluşan açı (Proksimal tibia için),

d. HK ile A aksı arasında içte oluşan açı (Ayak bileği için),

t. HM ile Fs-Fr aksı arasında oluşan açı (Ayak bileği için),

11. Femurun anatomik valgus açıları (F.A.V.):

Proksimal femur için : Q2-Qp

Distal femur için : Q2-Qd

Tüm femur için : Q2-Qo

12. Tibiofemoral açı: Q2-Q1

Bunlara ilaveten 3 uzunluk ölçüldü:

1. Femur uzunluğunun boya oranı: Femur başının süperior kubbesi ile femur iç kondil alt köşesi arası uzunluğa denek boyunun oranı,

2. Tibia uzunluğunun boya oranı: Tibia iç plato iç köşesinden, A noktası arası uzunluğa denek boyunun oranı,

3. Deneğin boyu.

Bu 21 parametre her hastada ölçüldü. Bulduğumuz geometrik parametrelerin ranjları, ortalamaları ve standart sapmaları her grup için hesaplandı. Cinsler arası farkı saptarken denek sayısı yeterli olduğundan student t-testi kullanıldı. Ancak bir cins içindeki farklı yaş gruplarının arasındaki farkı bulmada bir gruptaki denek sayımız 25 tane olup t-testi için yeterli olduğundan Mann, Whitney U testi uygulandı.

Sonuçlar

Normogramlarda aranan 3 önemli özellik vardır; farklı gözlemcilerle aynı sonucu vermesi, aynı gözlemcinin yaptığı iki ölçüm arasında fark olmaması ve tekrar edilebilir noktalardan ölçüm yapılmasıdır. Yapığımız normogram için de bu şartlar sağlanmıştır (5 denekte 2 gözlemciyle; paired T-testi için $p>0.1$). Sağ ve sol ekstremite arasında fark yoktu. Bulduğumuz veriler Tablo 1'de özetlenmiştir.

Buna göre şu sonuçlara varılmıştır:

1. Boy, femur ve tibia uzunluklarının cinsler arasında farkı anlamlıyken ($p<0.05$), cinse göre yaş grupları arasındaki farkı anlamlı değildi,

2. Tibiofemoral açıda (Q2-Q1); kadın ve erkek grupları arasında fark yoktu. Erkekler arasında yaşa göre fark anlamlı değilken kadınlarda yaşa göre fark anlamlıydı ($p<0.01$). Kadın 20-39 yaş grubunda 0.7 +/-4.3 ve 40-60 yaş grubundaki değeri 3.9 +/-4.5 dereceydi. Buna göre bizim toplumumuzda yaşlanmayla varusa gidiş vardı. Total popülasyondaki ortalama değer (T.O.D) 2.2 +/-4.9 dereceydi.

3. Femur anatomik valgusları; proksimal, distal ve tüm femur için ayrı ayrı ölçüldü. Buna göre 3 pa-

Alignment parametreleri	Erkek 20-39 yaş (n=25)	Erkek 40-60 yaş (n=25)	Kadın 20-39 yaş (n=25)	Kadın 40-60 yaş (n=25)	Toplam (TOD) n=100
Denek boyları (cm)	171.43+/-7.26	166.36 +/-6.52	158.47 +/- 8.11	157.17 +/-7.52	163.3 +/-97
Femur uzunluğu (%)	26.4 +/-2.15	27.5+/-1.1	27.7 +/-1.2	28.2+/-1.6	27.4 +/- 1.5
Tibia uzunluğu (%)	21.02+/-1.5	21.6+/-1.5	21.07 +/-1.07	21.02+/-0.84	21.2 +/-1.2
Tibiofemoral açı	2.13+/- 4.8	4.2 +/- 4.8	0.7 +/- 4.3	3.9 +/- 4.5	2.2 +/- 4.9
Proksimal FAV (Q2-Qp)	3.07 +/- 4.53	4.734 +/- 3.26	6.25 +/- 3.36	5.43 +/- 3.16	5.2 +/- 3.6
Tüm FAV (Q2-Qo)	3.73 +/- 4.20	5.64 +/- 1.80	5.38 +/- 3.93	5.29 +/- 2.89	4.97 +/- 3.2
Distal FAV (Q2-Qd)	3.87 +/- 2.83	4.73 +/- 2.57	3.81 +/- 3.56	4.71 +/- 2.84	4.3 +/- 2.9
Diz eklemi oblikite açısı	-0.73 +/- 1.62	-0.54 +/- 2.44	- 1.13 +/- 4.38	0.46 +/- - 5.50	0.48 +/- 3.18
Patello femoral Q açısı	6.29 +/- 2.89	7.54 +/- 4.69	5.27 +/- 3.93	4.13 +/- 3.01	6.23 +/- 4.18
Patello tibial Q açısı	9.80 +/- 4.51	7.55 +/- 2.54	4.50 +/- 4.58	9.79 +/- 3.53	7.84 +/- 4.50
a	90.20 +/- 5.87	93.91 +/- 5.49	89.38 +/- 5.78	91.71 +/- 5.22	91.07 +/- 5.71
b	89.20 +/- 4.20	7.55 +/- 2.07	88.56 +/- 4.47	89.86 +/- 4.04	88.86 +/- 3.9
c	89.00 +/- 4.71	87.00 +/- 3.61	88.94 +/- 4.04	85.00 +/- 2.75	87.59 +/- 4.13
d	91.13 +/- 6.72	90.82 +/- 5.27	89.69 +/- 5.41	92.21 +/- 5.54	90.93 +/- 5.71
t	97.20 +/- 4.39	101.5 +/- 4.39	98.31 +/- 6.28	97.36 +/- 5.81	98.41 +/- 5.56

Tablo 1: Alt ekstremitte alignment normogramımız

rametredede de cinse ve yaşa bağlı farklar anlamlı değildi. Proksimal femur için TOD 5.2 +/-3.6, distal femur için TOD 4.3 +/-2.9 ve tüm femur için TOD 4.97 +/-3.2 idi.

4. Qf (patellofemoral Q açısı): Cinsler arası fark anlamlı ($p<0.05$) ancak bir cinste ki yaş grupları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi. Erkek 20-39 yaş grubunda 6.29 +/- 2.89; 40-60 yaş grubunda 7.54 +/-4.69 derecedeydi. Yani minimal bir varusa kayış vardı. Kadın 20- ± 39 yaş grubunda 5.27 +/-3.93 derecedeyken, 40-60 yaş grubunda 4.13 +/-3.01 derecedeydi. Minimal valgusu göstermekteydi.

5. Qt (patellofemoral Q açısı): Cinsler arası anlamlı fark yokken kadınlarda yaşa göre fark anlamlıydı ($p<0.01$). Buna göre kadın 20-39 yaşda 4.50 +/-4.58 derecedeyken 40-60 yaş grubunda 9.79 +/-3.63 derecedeydi. Çok anlamlı bir varusa gidiş vardı.

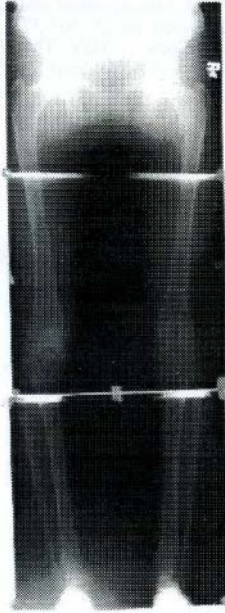
6. Diz eklemi oblikite açısı (X): Cinsler arası ve bir cinste farklı yaşlara göre fark anlamlı değildi. TOD 0.48 +/-3.18 derece olup valgusdadır.

7. Transvers plan referans açıları (T.P.R.A): a açısında (91.07 +/-5.71 hafif varusda) ve b açısında (88.86 +/-3.9 hafif valgusda) yaş ve cins farkı yoktu. c açısında cins farkı yoktu, kadın grupta yaşa göre fark anlamlıydı ($p>0.01$). 20-39 yaş grubunda 88.94

+/-4.04 ve 40-60 yaş grubunda 85 +/-2.75 derecedeydi. Buna göre yaşlanmayla açı küçülüp varusa gidiyordu. TOD; 87.59 +/-4.13 derece olup varusu göstermektedir. d açısında cins ve yaşa göre farkta sonuçlar anlamlı değildi (TOD; 90.93 +/-5.71 derece olup ortogonale yakındı). T açısında cinsler arasında fark yoktu. Kadınlarda yaşa göre fark anlamsızdı. Erkek grupta 20-39 yaş arası 97.20 +/-4.39, 40-60 yaşta 101.55 +/- 5.05 derecedeydi. Buna göre yaşta varus artıyordu (TOD; 98.41 +/-5.56 derece). Total olarak T.P.R.A. değerlendirildiğinde a, b ve d açıları yaş ve cins farkı göstermedi. c ve t açılarında cins farkı anlamlı değildi c açısında kadın grupta yaşa göre fark anlamlı olmakla beraber, t açısında erkek grupta yaşa göre fark anlamlı bulundu.

Tartışma

Alt ekstremitte alignment normogram bilgisi artroplasti, osteotomi, kemik uzatmaları, kemik transplantlarında ve hatta kırık ve malunion tedavisinde; tedavi planlaması ve prognozun belirlenmesinde kullanılmaktadır. Rutinde kullanılan alt ekstremitte normogramları yabancı toplumlarda yapıldığı için, Türk toplumunda referans olarak kullanılabilecek bir normogram elde ettik.



Şekil 1

Çalışmamızın standart bir normogram özelliği taşıması için:

1. Kemikte ölçüm noktalarını kolay belirlenebilir yaptık,
2. Ayakta dururken lateral malleoller arasını 30 cm olarak belirledik,
3. X ışınıını midpatellar hattın orta noktasına santalize ettik,
4. Tibiofemoral açının bulunmasında anatomik akslarda büyük farklar olduğundan mekanik aksları esas aldık.

Buna göre bulgularımız 5 noktada literatürden farklılık gösterdi;

1. Literatürde tibiofemoral açı (Q2-Q1), tüm toplum için yaş ve cins farkı göstermeksizin benzerdi (1, 8). Bizim bulgularımıza göre cinsler arası fark yokken, kadın toplumunda yaş grupları arasında fark anlamlıydı. Buna göre Türk toplumu yaşlanmakla daha fazla varusa gidiyordu. Sonuçlarımız, yaşlanmakla dizlerde genu varum oluşur fikrini doğrulamaktadır.

2.X (Diz eklemi oblikite açısı): Bizim popülasyonumuzda cinsler arası ve aynı cinsin farklı yaşları arasında fark anlamlı değildi (TOD; 0.48+/-3.58). Literatürde kadınlarda hafif varus, erkeklerde hafif valgus bulunmuş olup cinsler arası fark anlamlıydı (1). Bu da Toplumumuzda yaşlanmakla oluşan değişimlerin, eklemden çok kemik remodelingiyle ilgili olduğunu göstermektedir. Toplumumuz daha fazla mekanik etkenlere maruz kalıp, daha erken yaşlanma değişiklikleri gösteriyordu.

3. Qf: Literatürde cinsler arası fark anlamlı değildi (1). Bizim bulgularımıza göre cinsler arası fark

anlamlı idi ($p<0.05$). Erkeklerde nisbi bir varus güvencesi baskınlığı vardı. Literatürde ise tersine erkekler yaşla anlamlı olarak varusa, kadınlar valgusa kayıyorlardı. Ama cinsler arası fark anlamlı değildi.

4. Qt: Literatürde cinsler arası fark anlamlı idi (1). Yaş anlamlı fark oluşturmazken kadınlarda anlamlı bir varus vardı. Bizim bulgularımızda cinsle göre fark yokken kadınlarda yaşa göre fark anlamlıydı ($p<0.01$). Kadın nüfus erkekler kadar çabuk, yaşlanma değişimleri gösteriyordu.

5. TPRA: Genelde a, b ve d açıları yaş ve cins farkı göstermedi. C ve T açıları cins farkı olmayıp c açısında kadın grupta ve t açısında erkek grupta yaşa göre fark anlamlıydı. Literatürde ise a, c ve t erkeklerde her iki yaş grubunda da anlamlı olarak yüksek ve b ve de açıları ise yaş ve cinsle değişmiyordu (1, 2, 8, 9). TPRA 3 eklemden transvers plan akslarıyla 2 kemiğin mekanik aksları arası açısal ilişkiyi belirler.

A açısı 90 derece ve üzerinde proksimal femoral varus ve 90 derece altında valgus oryantasyonundan bahsedilir. Genelde proksimal femur nötrale yakın olup özellikle erkeklerde yaşla varusa kayma (91.07) eğilimindedir.

B ve C açıları eşitse 2 kemiğin mekanik akslarına göre tibiofemoral açı 0 olacaktır. $b>c$ ise dizde varus olacaktır. Çalışmamızda dizler hafif varus bulundu (b açısı 88.86 ve c açısı 87.59) d açısı 90 dereceye yakındır. Yaş ve cinsle değişme olmamaktadır. Tibia mekanik arası zemine hemen hemen dikdir. Literatürde hafif valgus bulunmuşken biz ortogonal bulduk (90.93). Erkeklerde transvers oryantasyon açıları muhtemelen mekanik nedenlerden yaşlanmayla değişiklikler oluşmaktadır. Kadınlarda bu saptanamamıştır.

Çalışmamızda şu noktalarda literatürle uyum sağlanmıştır:

1. Boy, femur ve tibia uzunlukları cinsler arası fark anlamlıyken aynı cinste yaşa göre fark anlamsızdı.
2. Femoral anatomik valgus açıları cinsler arası ve aynı cinste farklı yaş grupları için fark anlamsızdı.

Topluluğumuz diğer toplumlardan daha çabuk yaşlanma değişikliklerine maruz kalmaktadır. Bunun sonucunda özellikle diz başta olmak üzere diğer alt ekstremite eklemlerinde daha çabuk artroz gelişimi beklenebilir.

Kaynaklar

1. Chao EYS, Neluhani EVD, Hsu RWW, Paley D: Biomechanics of Malalignment. *Clin Orthop North Am* 25: 3799-385, 1994.
2. Clark JM, Freeman MAR, Witman D: The relationship of neck orientation to the shape of the proximal femur. *Arthroplasty* 2: 99-109, 1987.

3. Hsu RWW, Himeno S, Coventry MB, Cho EYS: Normal axial alignment of lower extremity and load-bearing distribution. *Clin Orthop* 255: 215, 1990.
4. Paley D, Chaudray M, Pirone AM, et al: Treatment of malunions of the femur and tibia by detailed preoperative planning and the Ilizarov techniques. *Orthop Clin North Am* 21: 667-691, 1990.
5. Paley D, Tetsworth K: Mechanical axis deviation of the lower limbs: *Clin Orthop* 280: 65-71, 1992.
6. Rosemeyer B, Pffringer W: Basic principles of treatment of pseudoarthrosis and malunion of fractures of the leg. *Arch Orthop Trauma Surg* 95: 57-64, 1979.
7. Steindler A: Biology of functional restoration. *Clin Orthop* 177: 4, 1983.
8. Tetsworth K, Paley D: Malalignment and degenerative arthropathy. *Orthop Clin North Am* 25: 367-377, 1994.
9. Yoshioka Y, Siu D, Cooke 7 TDV: The anatomy and functional axes of the femur. *J Bone Joint Surg* 96 (A): 873-880, 1987.

Yazışma adresi:

Dr. Seda Sezen

Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi

Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı

63200, Şanlıurfa, Türkiye