

SAĞLIKLI ve MALNUTRİSYONLU ÇOCUKLARDA SAÇ ÇİNKOSU DÜZEYLERİ

Dr. J. ERTEN (*)
Dr. A. O. ÇAVDAR (***)

Dr. A. ARCASOY (**),
Dr. Ş. CİN (****),

İnsan için esansiyel bir trace element olan çinkonun (1) bilhassa son yıllarda vücudun çeşitli dokularındaki durumu incelenmektedir. Bu arada saç çinko düzeylerinin de vücut çinko durumunu gösterir bir indikatör olup olmayacağı halen tartışma konusudur.

Çeşitli hayvan türlerinde yapılan deneysel çalışmalarda hayvanların diyetlerindeki çinko miktarı ile saç çinko düzeyleri arasında bağımlılık olduğu bildirilmiştir (2, 3, 4, 5). 1966'da Strain ve arkadaşları serum çinko düzeyleri düşük olan Mısırlı cücelerde saç çinkosunun da düşük olduğunu saptamışlar ve çinko vermekle serum çinko düzeylerine paralel olarak saç çinkosunun da yükseldiğini gözlemişlerdir (6).

1972'de Hambidge 338 bireyde saç çinko düzeylerini saptamış ve 10 çocukta düşük saç çinkosu ile birlikte gelişme geriliği, iştahsızlık ayrıca 7 tanesinde tad alma duyusunda kayıp dikkati çekmiştir (7).

Son yıllarda acrodermatitis enteropaticada serumla birlikte saç çinkosunda düşüklük bildirilmektedir (8). Bu şekilde saç çinko düzeyinin vücut çinko durumunu gösterdiğini ileri süren araştırmacılar yanında, diğer bir grubu araştırmacı bu görüşe katılmamaktadır. 1969'da Bradfuld 43 malnutrisyonlu bireyde yaptığı çalışmada saç çinkosunun sağlıklı gruba göre bir fark-

* TBTAk Pediatrik Hematoloji ve Onkoloji Ünitesi Araştırma Uzmanı

** A. Ü. Tıp Fakültesi Çocuk Sağ. ve Hast. Kliniği Profesörü

*** A. Ü. Tıp Fakültesi Çocuk Sağ. ve Hast. Kliniği Profesörü

**** TBTAk Pediatrik Hematoloji ve Onkoloji Ünitesi Araştırma Doçenti.

lilik göstermediğini bildirmektedir (9). 1971'de McBean ve arkadaşları gelişme geriliği olan beslenmesi bozuk 75 İran'lıda saç ile serum çinko düzeylerini saptamış. Serum çinko düzeylerinde belirgin bir düşüklük, halbuki saç çinko düzeylerinde kontrol grubuna göre bir farklılık olmadığını görmüşlerdir (10).

Eğer saç çinko düzeyi vücut çinko durumunu gösterir bir indikatör olarak kullanılabiliyorsa, kolay ve ağrısız alınması, kolayca saklanması nedeniyle diğer dokulara göre tercih edilebilir bir materyal olacaktır.

Memleketimizde şimdiye kadar saç çinko düzeyi ile ilgili henüz yayınlanmış bir araştırma bulunmamaktadır. Bu nedenle biz çalışmamızda önce 0 - 15 yaş arasındaki sağlıklı çocuklarda saç çinko düzeylerini saptadık. Daha sonra ise malnutrisyonlu küçük bir grupta saçta çinko tayinleri yapılarak aynı yaştaki sağlıklı grubunkıyla karşılaştırıldı. Ayrıca malnutrisyonlu grupta serum çinko düzeyleri tayin edildi ve saç ile serum çinko düzeyleri arasında korrelasyon incelendi.

MATERYAL ve METOD

I — Materyal:

0 - 15 grubu arasındaki sağlıklı çocuklarda saç çinko düzeyini saptamak amacıyla yapılan bir çalışmada 50 kız, 65 erkek olmak üzere 115 bireyden saç örnekleri alındı. 0 - 5 yaşları arasında 9'u kız, 19'u erkek 28 örnek Ankara'da bulunan çocuk yuvalarından, 6 - 10 yaşları arasında 21'i kız, 21'i erkek olan 42 örnek Ankara'dan ve çevresindeki köy ilkokullarından, 11-15 yaşları arasında 20'si kız, 25'i erkek olan 45 örnek ise Ankara'daki orta okullardan alındı. Saç örnekleri görünüşte sağlıklı olan bireyler arasından özel bir seçim yapılmaksızın rastgele alındı.

Amacımızın ikinci kısmını gerçekleştirmek için, klinik bulgulara ve biokimyasal verilere göre malnütrisyon tanısı konulan hastalardan yararlanıldı. 0 - 3 yaşları arasında 11'i kız, 6'sı erkek olan 17 kişilik malnütrisyonlu bir grubun saç çinko dü-

zeyleri ve bunların 2 tanesinde de serum çinko düzeyleri incelendi.

II — Metod :

1 — Saçta Çinko Tayini :

Saç Örneklerinin Alınması : Saç örnekleri paslanmaz çelik makasla subocipital bölgeden ve kalfaya en yakın kısımdan ortalama 1-2 cm. olarak kesildi. Yapılan çalışmalarda çinkonun saç boyunca aynı miktarlarda olmadığı, saçın kökünden uçuna gidildikçe çinko düzeyinde azalma olduğunun gösterilmesi nedeniyle (11), her bireyde saç örneklerinin saç boyunca aynı yerden alınmasına özellikle dikkat edildi. Alınan örnekler ayrı zarflar içerisinde laboratuvara götürüldü.

Örneklerin Hazırlanması : Saçlarda bulunan lipidler ve tozları temizlemek amacıyla önce üçlü damıtılmış su, sonra da karbontetraklorürle yıkandı. Örnekler ağırlıkları duyarlı terazi ile sabit hale getirilen porselen krozelere konup, 70° C'de 4-6 saat süreyle etüvde kurutuldu. Hava ile teması önlemek amacıyla kablari ile birlikte bir desikatöre yerleştirilip oda sıcaklığına gelinceye kadar bekletildi. Duyarlı terazide tartılarak her birinin ağırlığı bulunduktan sonra 500°C'lik bir fırında beyaz bir kül haline gelinceye dek 12 saat süreyle yakıldı. Soğuyup oda sıcaklığına gelmesi için bir desikatöre yerleştirilerek bekletildi. Her bir örnek 5 ml. 1N HCL asit çözeltisinde çözülerek kapaklı polietilen tüplere kondu (12).

Hazırlanan bu saç örneklerindeki çinko düzeyini saptamak için Perkin Elmer 103 Model atomik absorbsiyon spektrofotometresi kullanıldı. Aletin çalışma prensibi alev üzerine vaporize edilen biyolojik materyaldeki mineral atomu tarafından ışığın absorbsiyonu ölçme esasına dayanır.

Okunması : Örnekleri okumadan, önceden hazırlanmış standart çinko solüsyonlarının (13) absorbsansları her biri en az üç kere okunup ortalamaları alınarak çinko absorbsans-konsantrasyon kalibrasyon eğrisi çizildi. Saç örneklerinden hazırlanan çözeltilerin absorbsansları her biri üçer defa oku-

nup bulundu. Bundan blank olarak kullanılan, içinde hiç bir saç örneği bulunmayan 5 ml. 1N HCl asit çözeltisi absorbands değeri çıkarıldı. Böylece bulunan net absorbands değerleri, kalibrasyon eğrisi kullanılarak çinko miktarları % μ gr. olarak saptandı.

Değerlendirilmesi: Bir gram saçta bulunan çinko düzeyini bulmak için aşağıda verilen örnekte görülen şekilde hesap yapıldı.

Örnek:

Alınan 0.0164 gr. ağırlığındaki saçta 100 ml. de 27 μ gr. çinko düzeyi saptandığını düşünelim, örneğimiz 5 ml. olduğuna

$$\text{göre, 5 ml'deki düzeyi } \frac{5 \times 27}{100} = 1.35 \mu\text{gr. olarak hesaplanırlar. Örneğimizin ağırlığı 0.164 gr. olduğuna göre, bunda 1.35}$$

$$\mu\text{gr. çinko vardır. Bir gramda çinko ise } \frac{1 \times 1.35}{0.0164} = 76$$

μ gr./gr. olarak hesap edilir.

2 — Serumda Çinko Tayini:

Yedi malnutrisyonlu bebekden plastik enjektör kullanılarak alınan 5-10 cc. lik kan örnekleri özel olarak hazırlanmış demineralize tüplere konarak ağızları parafilmle kapatıldı. Bekletilmeden laboratuvara götürüldü. Örneklerin serumları ayrılıp tüpler tekrar parafilmle kapatıldı. Serum örneklerindeki çinko düzeyini saptamak amacıyla yine atomik absorpsiyon spektrofotometresi kullanıldı. Serumdaki çinkonun optimum analitik sınırlar içerisine getirilmesi için örnekler deiyonize suyla 4 defa sulandırıldı. Her biri üçer kere okunan absorbandslardan ortalama absorbands değerler bulundu. Saç örneklerindeki gibi absorbandslardan kalibrasyon eğrisi kullanılarak, elde edilen değerler, serum çinko miktarları % μ gr. olarak saptandı. (13, 14).

BULUMLAR

0 - 15 yaş grubu arasındaki 115 sağlıklı bireyin saç örneklerinin incelenmesinde, yaş gruplarına ve cinsiyete göre bulunan saç çinko düzeyleri Tablo : I'de görülmektedir. 0 - 5 yaş grubu arasındaki kızlarda ortalama 133.13 ± 24.03 $\mu\text{gr/gr}$. iken, 6-10 yaş arasında 143.44 ± 13.09 $\mu\text{gr/gr}$., 11 - 15 yaş arasında ise 166.9 ± 12.31 $\mu\text{gr/gr}$. olarak bulunmuştur. Erkeklerde 0 - 5 yaş arasında 119.39 ± 12.28 $\mu\text{gr/gr}$. iken, 6 - 10 yaş arasında 168.00 ± 11.06 $\mu\text{gr/gr}$ 11 - 15 yaş arasında ise 192.19 ± 12.57 $\mu\text{gr/gr}$. saç çinko düzeyi ortalaması saptanmıştır (Tablo : I). Yaş grupları arasında istatistik olarak bu farklılık incelenmiş (Tablo : II) ve yapılan varyasyon analizinde (15), gerek kız ve gerekse erkeklerde yaş ilerledikçe görülen bu artma istatistik yönden de anlamlı bulunmuştur ($P < 0.01$). Kız ve erkeklerdeki ortalama saç çinko düzeyleri arasında farklılık ise istatistik olarak önemsiz bulunmuştur (Tablo : II).

SAÇ ÇİNKO DÜZEYLERİ ORTALAMALARI ($\mu\text{gr/gr}$)

Yaş Grubu	KIZ		ERKEK	
	n	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	n	$\bar{x} \pm S \bar{x}$
0 - 5	9	133.13 ± 24.03	19	119.39 ± 12.28
6 - 10	21	143.44 ± 13.09	21	168.00 ± 11.06
11 - 15	20	166.91 ± 12.31	25	192.19 ± 12.57

TABLO : I

Saç çinko düzeyinin saç renklerine göre değişimini incelemek amacıyla yapılan analiz sonuçları Tablo III'de görülmek-

tedir. Çinko düzeyleri ortalama değerleri 55 kişilik kumral saçlı grupta 170.54 ± 7.69 $\mu\text{gr/gr.}$, 46 kişilik siyah saçlı grupta 153.82 ± 8.5 $\mu\text{gr/gr.}$, 14 kişilik sarı saçlı grupta ise 129.23 ± 21.28 $\mu\text{gr/gr.}$ olarak saptandı. Hernekadar sarı saçlılarda ilk bakışta bir düşüklük görülmekte ise de, ancak bu farklılık istatistik yönden önemli bulunmadı.

VARYASYON ANALİZ TABLOSU

VARYASYON KAYNAĞI	SD	KARELER TOPLAMI	KARELER ARASI FARK
Genel	114	440425.93	—
Yaş grupları arası	2	45276.36	22638.18 (x)
Cinsiyetler arası	1	7808.31	7808.31
İnteraksiyon (yaş x seks)	2	7301.49	3650.75
Hata	109	368738.26	3382.92

$x : p < 0.01$

TABLO : II

Malnütrisyonlu bebeklerde bulunan serum çinko ve saç çinko düzeyleri Tablo IV'de verilmektedir. Malnutrisyonlu 11 kız bebekte saç çinko miktarı 170.87 ± 17.49 $\mu\text{gr/gr.}$, 6 erkek bebekte ise 157.41 ± 31.38 $\mu\text{gr/gr.}$ olarak saptandı. Aynı yaş grubundaki sağlıklı bireylerin saç çinko düzeyleri erkeklerde 102.88 ± 12.9 $\mu\text{gr/gr.}$, kızlarda ise 109.28 ± 19.50 bulundu (Tablo: IV). Buna göre, malnütrisyonlu grubun saç çinko düzeyi normal gruba

ba oranla daha yüksek olduğu gözlemlendi ve bunun istatistik yön-
den de önemli olduğu saptandı ($P < 0.01$).

SAÇ RENKLERİNE GÖRE SAÇ ÇİNKO DÜZEYLERİ
($\mu\text{gr/gr}$)

	KUMRAL	SİYAH	SARI
n	55	46	14
x	170.545	153.820	129.236
S x	7.698	3.516	21.228
SD	57.088	57.758	79.427

TABLO : III

MALNÜTRİSYONLU ve NORMAL GRUBUN SAÇ ÇİNKO
DÜZEYLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

	KIZ		ERKEK	
	n	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	n	$\bar{x} \pm S \bar{x}$
MALNÜTRİSYON	11	170.873—17.493	6	157.417 $\pm$ 31.385
NORMAL	8	109.283 $\pm$ 19.502	9	102.889 $\pm$ 12.948
$P < 0.01$				

TABLO : IV

Malnütrisyonlu 7 kişilik bir grubun serum çinko düzeyleri saptandı. Bu grubun saç çinko düzeyi ile serum çinko düzeyi arasındaki korrelasyon incelendi ve önemsiz ($r = 0.31$) olarak saptandı (Tablo : V).

**MALNÜTRİSYONLU GRUBDA SERUM ve SAÇ ÇİNKO
DÜZEYLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

	SD	$\bar{S} \bar{x}$	r
SERUM	16.732	6.324	
SAÇ	61.379	23.199	— 0.31

TABLO : V

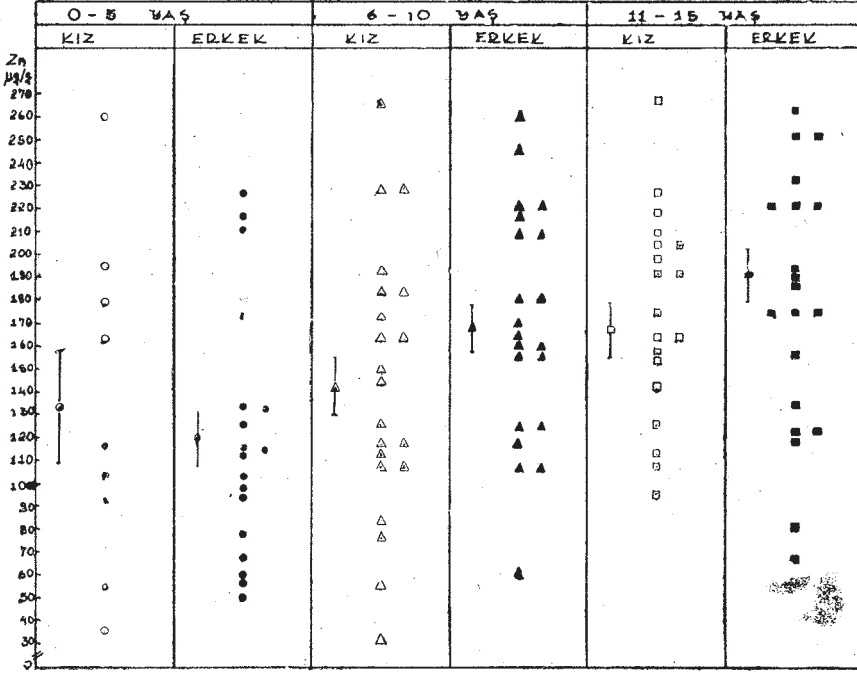
TARTIŞMA

Saç çinko düzeyinde yaş, cinsiyet, saç rengi, beslenme durumu, hamilelik, laktasyon bazı hastalıklar, etnik köken ve mevsim gibi çeşitli etmenlerin rol oynadığı ileri sürülmektedir (16, 17). Çalışmamızda bu etmenlerden yaş, cinsiyet, saç rengi ve beslenme durumunun saç çinko düzeyine etkisi araştırıldı.

Tablo II ve Grafik I'de görüldüğü gibi, gerek kız gerekse erkeklerde, bireylerin yaşları arttıkça saç çinko düzeylerinin de oranlı olarak arttığı saptandı. Yaş grupları arasında bu farklılık istatistik yönden de önemli bulundu ($P < 0.01$).

Aynı şekilde Klevay ve arkadaşları da yaptıkları bir çalışmada, hayatın ilk 10 yılı ile ikinci 10 yılı arasında saç çinko düzeylerinde istatistik yönden önemli farklılık bulmuşlardır. Saç çinko düzeyinin yaşla orantılı olarak artabileceğini bildirmişlerdir (16).

YAŞ GRUPLARINA VE CİNSİYETE GÖRE SAÇTA ÇİNKO DÜZEYLERİ



GRAFİK I

Diğer bir araştırmada 0-40 yaşları arasında 338 bireyde aynen bizim bulumlarımıza benzer şekilde 3 ay-4 yaşları arasındaki çocuklarda 88-5 µgr/gr. olan saç çinko düzeyi, 4-17 yaşları arasındaki bireylerde 154-5 µgr/gr ve 17-40 yaşları arasındaki bireylerde ise 180-4 µgr-/gr olarak yaşla oranı olarak arttığı saptanmıştır (7).

Gerek bizim çalışmamızda ve gerekse benzer çalışmalarda, yaş ilerledikçe saç çinko düzeyinin artması saçın iyi bir çinko deposu olduğunu göstermektedir. Çinko saçta depo edildiği halde, serum çinko düzeyi ile orantılı olarak değişmemektedir. Çinko saçta sulfhydryl gruplarına sıkıca bağlı olarak yerleşir ve saçtan çinko kaybı fazlaca olmaz. Bu nedenle, saç çinko düzeyinin çinko eksikliklerinde bir indikatör olarak kullanılması için yeterli bir kanıt olmaması gerekir. Nitekim 26 ma-

rasmik - kwashiorkor, 17 marasmus tanısı gösteren 43 çocukta yapılan araştırmada, bu hasta grubun saç çinko düzeyleri ile 12 sağlıklı çocuğun saç çinko düzeylerinin karşılaştırılmasında bir farklılık bulunmamıştır (9).

Bulumlarımızdan saç çinko düzeyinin cinsiyete bağlı olarak değişmediği varyans analizi ile gösterilmiştir (Tabol: II). Yaş grupları arasındaki kız ve erkeklerde görülen farklılığın istatistik yönden önemli olmadığı saptandı.

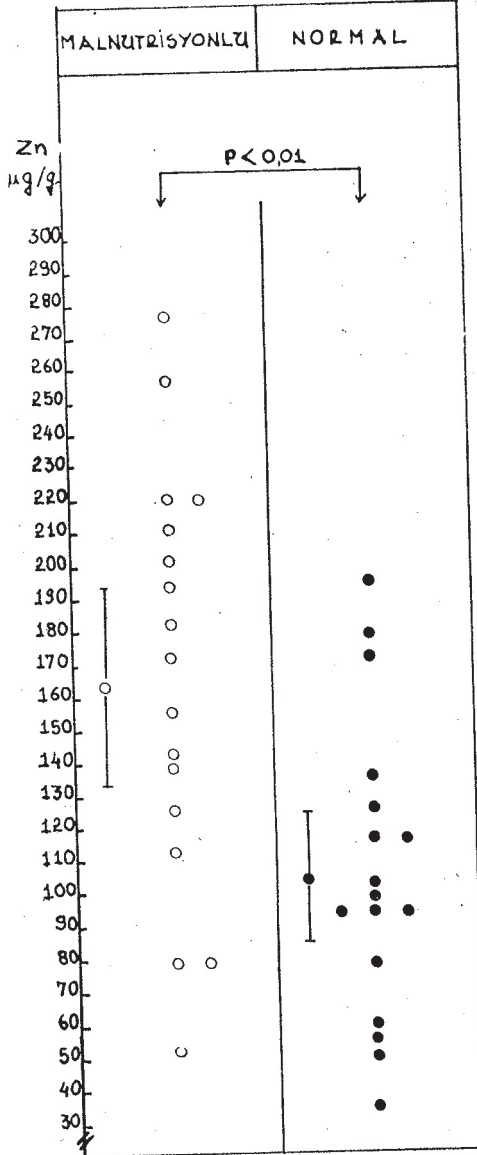
Her ne kadar Schroeder ve arkadaşları 1-102 yaş grubu arasındaki erkek ve kadın bireylerde yaptıkları incelemede kadınlarda saç çinko düzeyinin erkeklere oranla daha yüksek olduğunu bildirmişlerse de (12), Klevay ve arkadaşları ise bizim bulumlarımıza benzer şekilde saç çinko düzeylerinde cinsiyete bağlı değişimler olmadığını gözlemişlerdir (16). Schroeder ve arkadaşlarının cinsiyete bağlı olarak bulunan farklı sonuçları, inceledikleri birey sayısı ve yaş gruplarının bizim araştırmamızdakilerden farklı oluşundan ileri geldiği düşünülebilir.

Saçta çinko düzeyinin saç rengi ile de ilişkili olduğu ileri sürülmüştür. Yapılan araştırmalarda açık renkli saçlarda çinko düzeyinin koyu renkli saçlara oranla daha düşük olduğu saptanmıştır (12, 18). Bizim çalışmamızda da, sarı renkli saçlarda ortalama çinko düzeyi, diğer renkli saçlara göre aynı şekilde düşük olarak bulunmasına rağmen, istatistik yönden önemli bir farklılık göstermedi.

Çalışmamızda ayrıca, malnütrisyonlu hastalarda saç çinko düzeyi ile aynı sayı ve yaşda sağlıklı bireylerin saç çinko düzeyleri karşılaştırıldı. Malnütrisyonlu kızlarda ve erkeklerde saç çinko düzeyinin normal gruba oranla yüksek olduğu saptandı. (Grafik: II) İstatistik yönden bu farklılık önemli bulundu ($P < 0.01$).

Bu konuda Bradfield ve arkadaşları tarafından malnütrisyonlu gruba, normallerin saç çinko düzeyleri karşılaştırmalarında bir farklılık gözlenmediği bildirilmiştir (9). Diğer yandan

0-3 YAŞ ARASI MALNUTRİSYONLU VE NORMAL GRUPTA SAC
ÇİNKO DÜZEYLERİ



GRAFİK II.

İngiltere de yapılan bir çalışmada 41 normal ve 40 protein yetmezliği gösteren çocuk incelenmiş. Malnütrisyonlu grubda Na, Cl, Mn gibi elementlerin saçdaki miktarlarının normal gruba oranla yüksek olduğu saptanmıştır. Protein yetmezliği olan grubun saç, Mn, Cl ve Na düzeylerindeki yükseklik şu şekilde açıklanmıştır ;

Malnütrisyonlularda saçın büyüme hızında azalma olmakta, vücuttan saça depo edilme hızı ise aynı şekilde devam etmektedir (19). Çinko transplacental olarak kolaylıkla geçmekte ve yenidoğan evresinde saç çinko düzeyi yüksek olarak bulunmaktadır (7). Böylece bebeklikte saçta çinko yeteri kadar depo edilmektedir. Ancak malnütrisyonu gelişince serumda çinko düşük olabilmesine rağmen saçtaki çinko yeteri kadar turnover katılmadığı için normal hattâ yüksek düzeyde bulunabilmektedir (20).

Malnütrisyonlu grubun saç ve serum çinko düzeyleri arasındaki ilişki incelendi ve bu düzeyler arasında bir korrelasyon bulunmadı. Literatürde de bu konuda benzer sonuçlar bildirilmiştir (10,16,21).

Tartışmanın başında bildirilen diğer etmenlerin saç çinko-suna etkileri literatürde bildirilmiştir. Bunlardan mevsimlere bağlı değişmelerin incelenmesinde saç çinko miktarlarının yazın en yüksek düzeye ulaştığı saptanmıştır (6 - 22). Etnik orijine bağlı değişmelerde ise, Asyalılarda en yüksek zencilerde ise en düşük saç çinko miktarları bildirilmektedir (17). Hamilelerde saç çinko düzeyinde düşme saptanmıştır (16 - 17). Arterio skleroz gibi bazı hastalıklarda saç çinkosunda değişmeler olduğu gözlenmiştir (22). Diğer yandan kanserli hastalarla kontrol grubu arasında saç çinko düzeyi yönünden bir farklılık bulunamamıştır (23).

Elde ettiğimiz sonuçlar şu şekilde özetlenebilir :

1 — Toplam 115 sağlıklı bireyde yapılan incelemeler sonunda saç çinko düzeyinin yaşla oranlı olarak arttığı görüldü.

2 — Saç çinko düzeyinde cinsiyete bağlı önemli farklılık saptanamadı.

3 — Saç renklerine göre saç çinko dağılımı incelemele-
rinde renklere bağlı önemli farklılıklar bulunmadı.

4 — Bir grub malnütrisyonlu hastanın saç çinko düzeyleri
ile sağlıklı bireylerin saç çinko düzeylerinin karşılaştırılmasın-
da malnütrisyonlu hastaların saç çinko düzeylerinin normal
gruba oranla daha yüksek olduğu saptandı.

3 — Malnütrisyonlu bireylerin saç çinko ile serum çinko
düzeyleri karşılaştırılmasında herhangi bir korrelasyon bulun-
madı.

ÖZET

Çalışmada 0 - 15 yaş grubu arasında 50 kız, 65 erkek olan
115 sağlıklı bireyin saç çinko düzeyleri atomik absorbsiyon
spektrofotometresi ile ölçüldü. Genel olarak bizim elde ettiği-
miz saç çinko düzeyleri literatürde verilen saç çinko düzeyle-
rine uymaktadır. Çinko düzeyleri incelendi. Bireylerin yaşına
bağlı olarak saç çinko düzeyinin arttığı saç rengi ve cinsiyete
göre ise önemli farklılıklar olmadığı istatistik olarak bulundu.

0 - 3 yaşları arasında malnütrisyonlu 11'i kız, 6'sı erkek olan
17 kişilik grubun saç çinkosunun aynı yaştaki 17 kişilik sağlık-
lı bir gruba oranla daha yüksek olduğu istatistik olarak sap-
tandı. Diğer yandan 7 kişilik malnütrisyonlu bir grubda saç
ile serum çinko düzeyleri arasında korrelasyon olmadığı görül-
dü.

SUMMARY

HAIR ZINC LEVELS OF HEALTHY AND MALNUTRITIONED CHILDREN

In this study the hair levels of 115 healthy subjects, 50 girls
and 65 boys, between the age groups 0 - 15 years have been de-
termined by using atomic absorption spectrophotometry. The

hair zinc levels obtained generally agree with those reported in the literature. The hair zinc levels of the subjects have been studied as a function of age, sex, and colour of hair. It was found that the levels of hair zinc increased as a function of age, and no statistically significant differences with respect to sex and colour of hair were observed.

In a 17 malnourished group of 11 girls and 6 boys between the ages 0-3 years, it was found that the hair zinc levels were significantly higher than a 17 subjects healthy group of the same age range. In a malnourished group of 7 subjects it was found that there was no correlation between hair zinc and serum zinc levels.

LİTERATÜR

- 1 — Widdowson, E.M.: Trace elements in human development. In Barltrop, D., and Burland, W.L.: Mineral metabolism in paediatrics. Oxford, Blackwell Scientific Pub., 1969, p:85.
- 2 — Halsted, F.A., Smith, F.C., Irwin, M.I.: A conspectus of research on zinc requirement in man. F. Nut. 104:345-378, 1974
- 3 — Miller, W.J., Powell, G.W. and Pitts, J.: Factors affecting zinc content of Bovine Hair. J. Dairy Sci. 48:1091, 1965.
- 4 — Reinhold, J.G., Kfoury, G.A. and Arslanian, M.: Relation of zinc and calcium concentration in hair to zinc nutrition in rats. J. Nutr. 96:519, 1968.
.....
- 5 — Macapinlac, M.P., Barney, G.H., Pearson, W and Darby, W.J.: Production of zinc deficiency in the squirrel monkey. J. Nutr. 93: 499, 1967.
- 6 — William, H.S., Luville, T.S., Charles, A.L.Jr., William, P.B., and Walter, J.P.: Analysis of zinc levels in hair for the diagnosis of zinc deficiency in man. J. Lab. Clinical Medicine. 68:244-249, 1966.
- 7 — Michael Hambidge, K., Hambidge, C., Jacobs, M. and Baum, J.D.: Low levels of zinc in hair, anorexia, poor growth and hypogeusia in children. Pediat. Res. 6: 868-874, 1972.

- 8 — Amador, M. et al.: «Low Hair Zinc Concentration» in Acrodermatitis Enteropathica. The Lancet Vol. 1, 7921 June, 1975.
- 9 — Bradfield, R. B., Yee, T., Baerlt, J.M.: Hair zinc levels of andean indian children during protein-calorie malnutrition. The Amer. Journ. of Clinical Nutrition. Vol: 22, No. 10, October 1969, p: 1349 - 1353.
- 10 — McBean, L.D., Mahloudji, M.S., Reinhold, J.G., Halsted, J.A.: Correlation of zinc concentrations in human plasma and hair. The Amer. Journ. of Clinical Nutrition. 24 May, 506 - 509, 1971.
- 11 — Obrusnik, I., Gislason, J., Maes, D., McMillian, D.K., D'Auria, J., Pate, D.D.: The variation of trace element concentrations in single human head hairs Journal of Radionalytical Chemistry, Vol. 15: 115 - 134, 1973.
- 12 — Schroeder, H.A., Nason, P.A.: Trace metals in human hair. The Journ. of Investigative Dermatology. Vol: 53, No.1, 71 - 78, 1969.
- 13 — Perkin-Elmer: Determination of zinc in serum, AA-Zn-I, I.: In Clinical method for atomic absorption spectroscopy, edited by Perkin-Elmer, Com. Morwalk, Connecticut 1971.
- 14 — Sprague, S. and Seavin, W.: Determination of iron, copper and zinc in blood serum by an atomic absorbtion method requiring only dilution. Atomic Absorbtion Newsletter. 4:228, 1965
- 15 — Snedecor, G.W.: Snedecor and Cochran Statistical methods. The Iowa state. University Press. Ames. Iowa. U.S.A. Third printing XIV
- 16 — Klevay, M.L.: Hair as a biopsy material. The Amer. Journal of Clinical Nutrition. Vol: 23, 284 - 289, 1970
- 17 — Briggs, M.H., Briggs, M., Wakatama, A.: Trace elements in human hair. Experientia 28, 406 - 407, 1972.
- 18 — Horcicko, V.J., Borovansky, J., Duchon, J.: Verteilung von zink und kupfer im menschlichen kopfhaar verschiedener farbtöne. Dermatologische Monatsschrift. Bd. 159:206 - 209, 1973.
- 19 — Downen, H.J.M.: Determination of trace elements in hair samples from normal and protein-deficient children by activation analysis. The Science of the Total Environment 1, 75 - 79, 1972.
- 20 — Burch, R.E. et al.: Newer aspects of the roles of zinc, Manganese and copper in human. Nutrition Clin. Chem. 21:4, 501 - 520, 1975.

- 21 — Eminians, J., Reinhold, J.G., Kfoury, G.A., Amerhakemi, G.H., Sharif, H., Ziai, M.: Zinc nutrition of children in fars province of iran. *Amer. Journ. Clinical Nutrition* 20:734, 1967.
- 22 — Prasad, A.S.: Zinc metabolism. Springfield, Charles, C. Thomas, 1966.
- 23 — Addink, N.W.A., Frank, L.J.P.: Zink content of hair from the head of carcinoma patients. *Nature* 193:1190, 1962.