

# 1<sup>ULUSAL</sup> AFEREZ KONGRESİ

5 - 8 Kasım 2015  
The Marmara Hotel  
Taksim - İstanbul

## AFEREZDE HESAPLAMALAR



**Özkan Tekeci**  
**Pamukkale Üniversitesi Hastanesi**  
**Terapötik Aferez Merkezi**



# Hesaplamalar



Hayatımızın her alanında olduğu gibi Terapötik Aferezde de matematiği ve bazı hesaplamalara ihtiyaç duymaktayız.

Terapötik aferezde hesaplamalar; basit matematiksel işlemlerle çözebileceğimiz hesaplamalardır. Karmaşık problemler ve zor formüller içermez.



# Total Kan Hacmi Hesaplama (TKH)



Terapötik aferezde, her işlemde önce hastalarımızın total kan hacmini hesaplarız;

**Total kan hacmi hesabı yaparken iki kural vardır.**

1. Gilcher'in 5'ler kuralı
2. Nadler'in formülü

Ekstrakorporeal dolaşımda bulunan kan hacmi işlem sırasında hiçbir zaman %15'i geçmemelidir ■



# Total Kan Hacmi (TKH) Gilcher'in 5'ler kuralı



Alman Hematolog Gilcher hastanın cinsiyetine göre ve şişman, zayıf, normal veya kaslı olmasına bağlı olarak beşer aralıkla artan kat sayılar belirlemiş. Bu kat sayıların hastanın vücut ağırlığıyla çarpılmasıyla TKH hesaplaması yapılan kuralı ortaya çıkarmış.

	<u>Erkek</u>	<u>Kadın</u>
Şişman	60ml/kg	55ml/kg
Zayıf	65ml/kg	60ml/kg
Normal	70ml/kg	65ml/kg
Kaslı	75ml/kg	70ml/kg



# Total Kan Hacmi Hesaplama(TKH) Nadler Formülü



Nadler TKH hesaplarırken hastanın cinsiyetine göre, boyu ve ağırlığı kapsayan bir formül geliştirmiş.

Bu formülde boy inç olarak, ağırlıkta pound olarak alınmaktadır.

$$\text{Erkek: } (0.006012 \times H^3) + (14.6 \times W) + 604 = \text{ml}$$

$$\text{Kadın: } (0.005835 \times H^3) + (15 \times W) + 183 = \text{ml}$$

H=height (inç olarak boy), W=weight (pound olarak ağırlık)

Nadler'in formülü aferez cihazlarının yaptığı TKH hesaplamalarında kullanılan formüldür. Hesaplama karmaşıklığından dolayı kullanıcılar tarafından tercih edilmemektedir.

# Çocuklarda Total Kan Hacmi Hesaplama (TKH)

## Yaş Grubu

Prematüre yenidoğan  
Miadında yenidoğan

Çocuklar (> 3 ay)

Adölesan ve erişkin

## Yaklaşık TKH (ml/Kg)

90–105

80–90

70–75

Kız: 65

Erkek: 70





# Plazma ve Eritrosit Hacmi Hesaplamaları

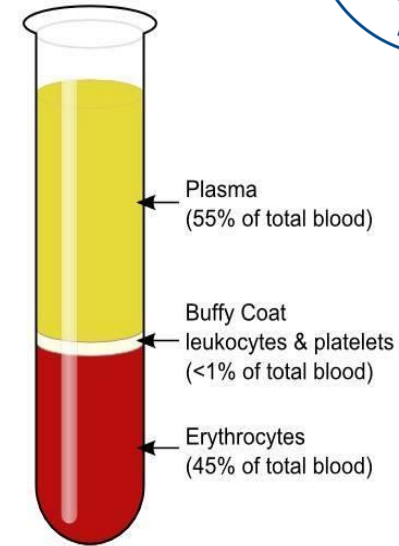


## Total Plazma Hacmi:

$$(1 - \text{Hct}) \times \text{Total Kan Hacmi}$$

## Total Eritrosit Hacmi:

$$\text{Hct} \times \text{Total Kan Hacmi}$$



## İşlem sırasındaki Hematokrit:

$$\frac{[(\text{Total Eritrosit Hacmi} - \text{Ekstrakorporeal Eritrosit Hacmi}) / \text{TKH}] \times 100}{}$$

### ➤ En az %25 olmalıdır

Ekstrakorporeal Eritrosit Hacmi; cihaz set hacmi ile ilişkilidir

### ➤ İşlem sırası $\text{Hct} < \%25$ ise işlem öncesinde Eritrosit Süspansiyonu ile prime yapılmalıdır

# Örnek Hesaplamalar



Ağırlığı 68 kg, Boyu 170 cm, Hct değeri %40 olan erkek bir hasta için hesaplama yapalım.

- Total kan hacmi = 68 (hasta ağırlığı) x 70 (Gilcher kuralına göre normal erkek hasta)  
= 4760 ml (Gilcher'e Göre)  
= 4596 ml (Nadler'e Göre)
- Total eritrosit hacmi = 0,40 (Hct) x 4760 (TKH)  
= 1904 ml
- Total plazma hacmi = (1 - Hct) x TKH = (1 - 0,40) x 4760  
= 2856 ml



# Örnek Hesaplamalar



- **Ekstrakorporeal Eritrosit Hacmi**

$$= 0,40 \text{ (Hct)} \times 180 \text{ (Cihazdaki Ekstrakorporeal hacim)}$$

$$= 72 \text{ ml}$$

- **İşlem sırasındaki Hct**

$$= [(\text{Total Ert Hacmi} - \text{Ekstrakorporeal Ert. Hacmi}) / \text{TKH}] \times 100$$

$$= [(1904 - 72) / 4760] \times 100 = 38,49 \%$$

Ekstrakorperal Hematokrit %25'in Üzerinde olduğu için Aferez Cihazımızı Eritrosit Süspansiyonu ile prime yapmamıza gerek yok.

# Terapötik Plazma Değişimi İşleminde Replasman olarak TDP miktarı hesabı



- ▶ İnsan Plazmasının özgül ağırlığı yaklaşık 1,025 g/ml
- ▶ Hacim Hesabı=Ürünün ağırlığı (g) / ürünün özgül ağırlığı
- ▶ Formülü kullandığınızda 1,025 yani 1'in çokta etkisi olmadığı gözlenmektedir.
- ▶ İşlemler kullanılacak plazma miktarını belirlerken hassas terazi ile ağırlıklarına bakarak hesaplayabiliriz veya kan bankasıyla görüşüp ortalama plazma hacmine göre bir hesapta yapılabilir.



# Terapötik Plazma Değişimi İşleminde Replasman olarak %4 Human Albümin Hazırlama

## Formülle Hesaplama:

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

C=Konsantrasyon

V=Volüm (Hacim)

**Örnek;** 2856 cc plazma hacmi olan hastanın TPD işlemi için %4 Albümin Solüsyonunu Hazırlayalım;

$C_1 = 20$  (Elimizde %20'lik Human Albümin Solüsyonu var.)

$V_1 =$  Hesaplamamız Gerekliyor.

$C_2 = 4$  (%4 olmasını istiyoruz.)

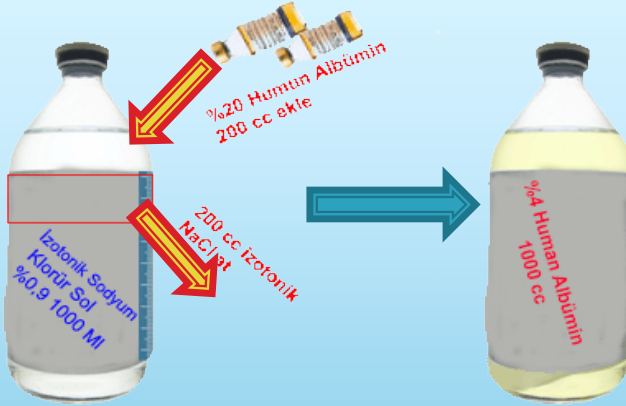
$V_2 = 2856$  (Hastadan 1 volüm TPH değiştireceğimizi varsayalım.)

$$20 \times V_1 = 4 \times 2856 \quad V_2 = 571$$

6 adet %20 lik 100 cc Human Albümin Kullanmamız gerekiyor.

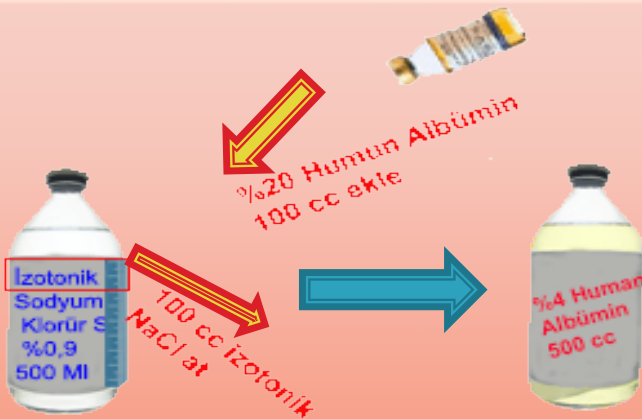
# Terapötik Plazma Değişim işleminde Replasman olarak %4 Human Albümin

Formül çok pratik değil. Pratikte;



1000 cc %4 Human Albümin  
Hazırlama;

1000cc'lik %0,9 SF solüsyondan  
200cc uzaklaştırılır yerine 200 cc %20  
Human Albümin eklenir.



500 cc %4 Human Albümin  
Hazırlama;

500cc'lik %0,9 SF solüsyondan 100cc  
uzaklaştırılır yerine 100 cc %20  
Human Albümin eklenir.

# Terapötik Plazma Değişimi (TPD) İşleminde Replasman Olarak %4 Human Albümin



Resimlerdeki anlatımı kolaylaştırmak için cam şişe kullandım.

Hazırlamada Cam Şişe Kullanmak zorunda değiliz.

Polifleks %0,9 Sodyum Klorür Solüsyonu (SF) kullanabiliriz.

Bu işlemde hazırlarken asepsi kurallarına fazlasıyla özen göstermemiz gerekiyor.

Serum Fizyolojik Solüsyonları kullanırken intra venöz uygulamalara uygun olanlar hazırlanmalıdır. İrrigasyon solüsyonu vb olmamalıdır.

# Orak Hücreli Anemilerde Eritrosit Değişiminde Kullanılan Hesaplamalar



## Hematokrit

- Hasta Hct
- Replasman sıvısı Hct

**FCR (fraction of cells remaining)** : İşlemden sonra hastanın dolaşımında kalacak orijinal hücrelerin oranı

$$\%FCR = \frac{\text{İstenen son HbS kons.}}{\text{Başlangıç HbS kons.}} \times 100$$

Bir eritrosit hacmi değişiminde; hasta eritrositlerinin %65'i uzaklaştırılır  
(FCR=%35)

İki eritrosit hacmi değişiminde; hasta eritrositlerinin %90'i uzaklaştırılır  
(FCR=%10)





# Orak Hücreli Anemilerde Eritrosit Değişiminde Kullanılan Hesaplamalar

## Örnek Hesaplama;

- ▶ Başlangıç HbS oranı = %60
- ▶ İstenen HbS oranı = %20

$$\frac{20}{60} \times 100 = \%33$$

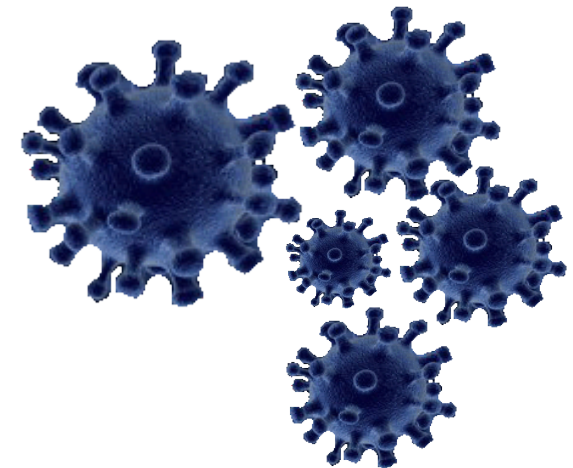
Aferez Cihazına FCR için %33 girilir cihaz otomatik olarak replasman solüsyonunun hacmini hesaplar.



# Periferik Kök Hücre Toplama ile İlgili Hesaplamalar

$$\text{Hastadan/Donörden Toplanan CD34 Miktarı} = \frac{\text{Canlı CD34 sayısı} \times \text{Ürün Miktarı } (\mu\text{l})}{\text{Hasta Ağırlığı (kg)}}$$

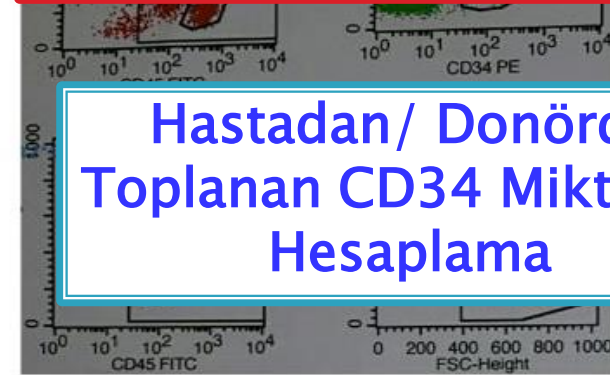
Hesaplama



# Periferik Kök Hücre Toplama ile İlgili Hesaplamalar



$$\text{Hastadan/ Donörden Toplanan CD34 Miktarı Hesaplama} = \frac{\text{Canlı CD34 sayısı} \times \text{Ürün Miktarı } (\mu\text{l})}{\text{Hasta Ağırlığı (kg)}}$$



G2	5155	10.94
G3	5047	10.71
Viable CD34	5031	10.68
Beads	2209	4.69
Total CD34	5063	10.75
Viable Lymphs	1204	
Total CD45	4234	
Debris		

Inspect All D

## Results

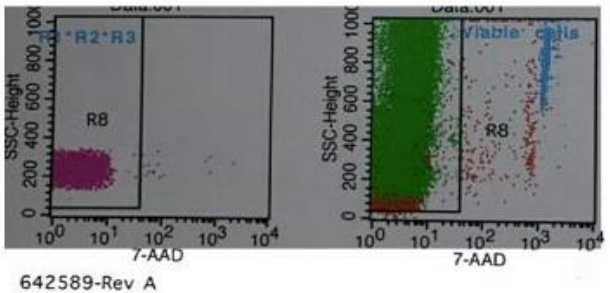
Viable CD34 =	12104.92
Viable CD45 =	101110.1
Total CD34 =	12181.91
CD34 Viability =	99.37
Viable CD34 of Viable C	11.97 %

Yandaki FlowCytometr sonucuna göre örnek hesaplama yapalım

$$\text{CD34 Hücre Miktarı} = \frac{12\ 104.92 \times 130\ 000}{48}$$

$$= 32\ 784\ 158$$

$$= 32,78 \times 10^6 \text{ /kg hücre}$$



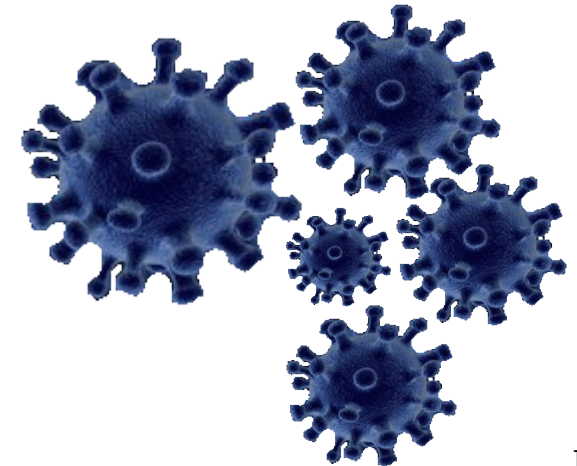
642589-Rev A

# Periferik Kök Hücre Toplama ile İlgili Hesaplamalar



## Mononükleer Hücre Sayısı hesaplama

$$\text{Hastadan/Donörden Toplanan MNC Miktarı} = \frac{(\text{Monosit sayısı} + \text{Lenfosit sayısı}) \times \text{Ürün Miktarı } (\mu\text{l})}{\text{Hasta Ağırlığı (kg)}} = \text{Hesaplama}$$



# Donör Lenfosit İnfüzyonu Hesabı

$$\text{▶ Lenfosit Miktarını Bulma} = (\text{WBC} \times \% \text{ Lenfosit}) / 100$$

$$\text{▶ CD3 Lenfosit Sayısını Bulma} = (\text{Lenfosit Sayısı} \times \% \text{CD3}) / 100$$

1. Doz  $1 \times 10^7$   
2. Doz  $5 \times 10^7$   
3. Doz  $1 \times 10^8$

$$\text{▶ İnfüze Edilecek CD3} = \frac{\text{Hasta Ağırlığı} \times \text{Hastaya Verilmek İstenen CD3 Hücre sayısı}}{\text{Hacmini Bulma} \quad \text{CD3}}$$

$$\text{İnfüze Edilen CD3 Sayısını Bulma} = \frac{\text{CD3} \times \text{hastaya infüze edilen miktar}}{\text{hasta ağırlığı}}$$



# Donör Lenfosit İnfüzyonu Hesabı

Aşağıdaki hasta verilerine göre örnek bir hesaplama yapalım;

Hastanın Ağırlığı=66 kg

Hastadan toplanan üründeki verileri;

WBC=179 K/uL    LYM%= 59%    CD3= %79

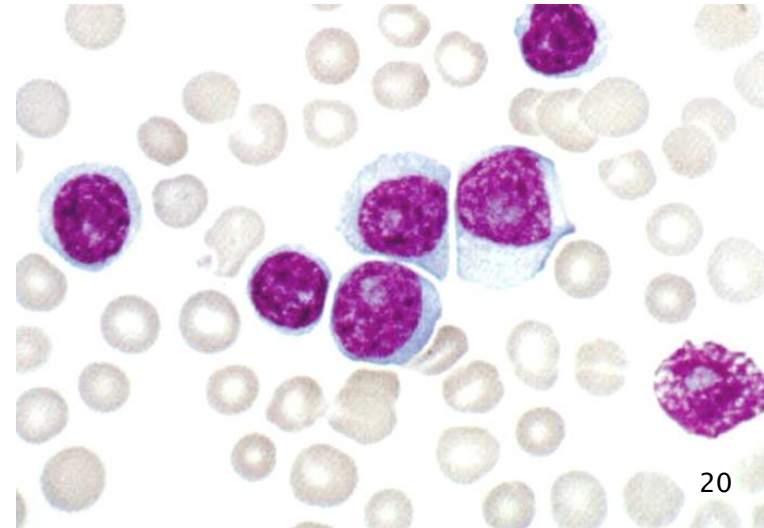
1. Doz  $1 \times 10^7$   
2. Doz  $5 \times 10^7$   
3. Doz  $1 \times 10^8$

$$\text{CD3 Lenfosit Miktarını Bulma} = (105610 \times 79)/100 \\ = 83431$$

$$\text{Hastaya infüze edilecek ürün Hacmini Hesaplama} \\ = (66 \times 10\,000\,000)/83431 = 7910,7 \mu\text{l} = 8 \text{ cc}$$

**Hastaya infüze edilecek CD3 Miktarını Bulma (DOĞRULAMA)**

$$= (83431 \times 8000)/66 \\ = 1.01 \times 10^7 \text{ adet CD3} \\ \text{Lenfosit İnfüze edilmiş.}$$





# Granülosit Süspansiyonu Hesaplama

**Granülosit Sayısı = (Nötrofil + Bazofil+Eozinofil) X Ürün Hacmi(µl)**  
Genellikle Bazofil ve Eozinofil sayıları çok dikkate alınmaz. Nötrofil sayısı ile hacim çarpılır .

Örnek Hesaplama;

NEU# =47.73 K/uL, BAS# =0.23 K/uL, EO#=0.12 K/uL

Ürün Miktarı=460ml

$$\text{Granülosit Sayısı} = (47730 + 230 + 120) \times 460000 = 22116800000 \\ = 2,2 \times 10^{10}$$

**Bazofil ve Eozinofilleri saymazsak;**

$$= 47730 \times 460000 = 21955800000 \\ = 2,2 \times 10^{10}$$

Göründüğü gibi sonuçta  
fazla bir değişiklik yok



# SONUÇ OLARAK...

Total Kan  
Hacmi

- Tüm Aferez İşlemlerinde

Total Plazma  
Hacmi

- TPE, DFPP, İmmunabsorbsiyon

Total Eritrosit  
Hacmi

- Eritrosit Aferez İşleminde

FCR

- Eritrosit Değişimi İşleminde

MNC Hesaplama  
CD34 Hesaplama

- Kök Kücre Aferezinde



MUKKALE TIP

sabrınız için  
**TEŞEKKÜRLER**