

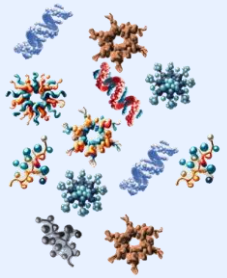
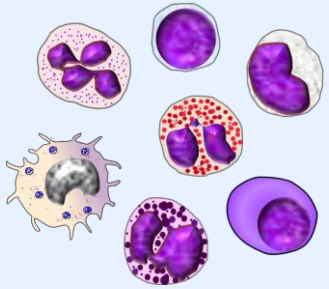
ایمونولوژی مصور

Images generated with Microsoft AI

EDVONOVA

توصیفی مصور از سیستم ایمنی و عملکرد آن

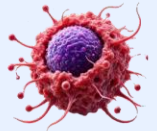
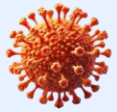
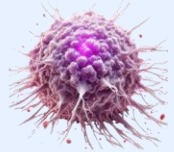
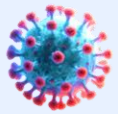
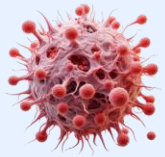
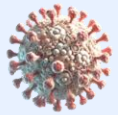
اجزاء

مولکول ها	سلول ها	اندام ها
		

عملکرد

شناسایی و حذف

مهاجمان

سلول‌های غیر طبیعی	انگل‌ها	قارچ	باکتری‌ها	ویروس‌ها
				
				
				

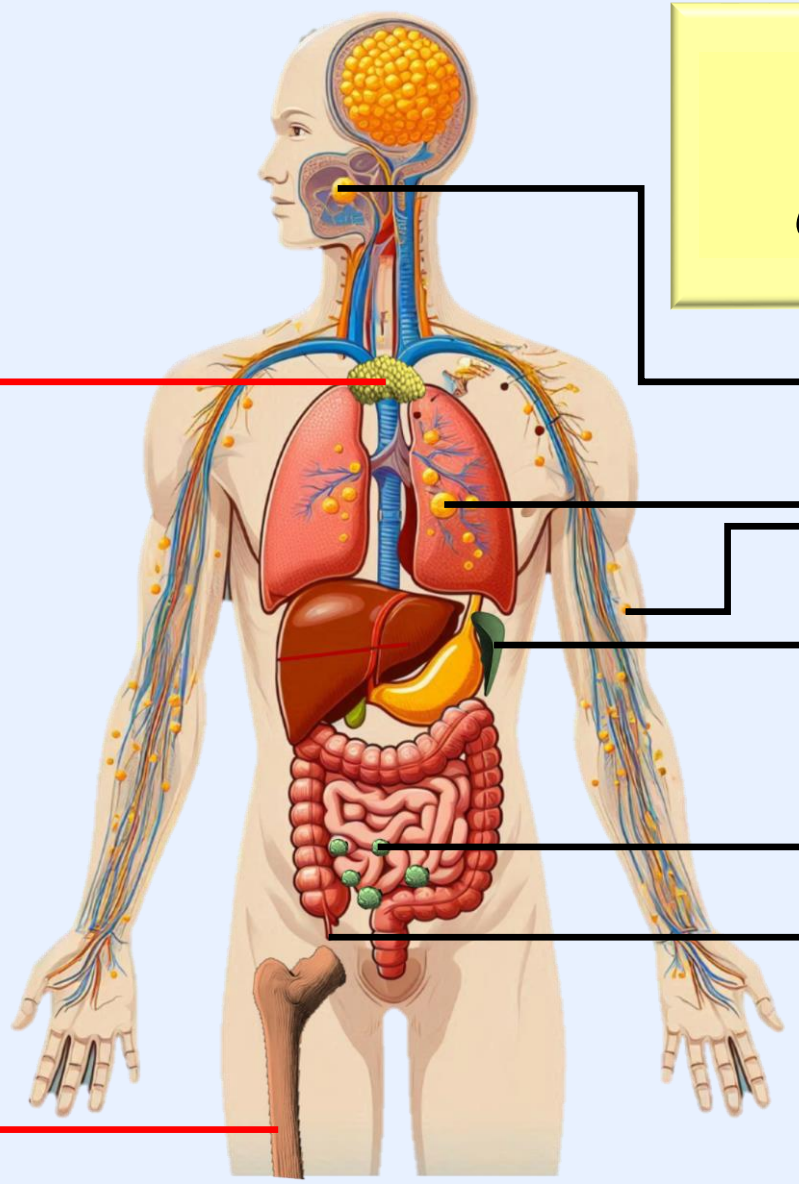
Images generated with Microsoft AI

EDVONOVA

اندام‌های سیستم ایمنی

اندام‌های اولیه سیستم ایمـنی

اندام‌های ثانویه سیستم ایمـــنی



تیموس

مغز استخوان

لوزه ها

غدد لنفاوی

طحال

پلاک‌های پی‌یر

آپاندیس

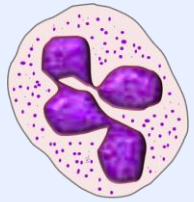
Images generated with Microsoft AI

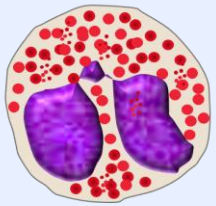
EDVONOVA

اجزای سلولی سیستم ایمنی

لکوسیت ها

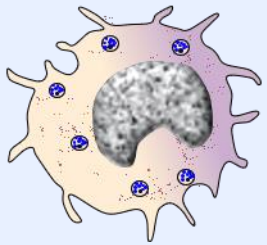
میلوسیت ها

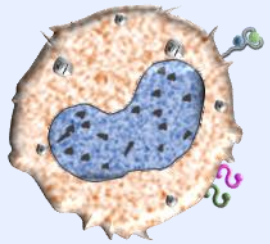

Neutrophil
نوتروفیل


Eosinophil
ائوزینوفیل

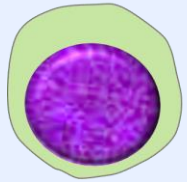

Basophil
بازوفیل


Monocyte
مونوسیت


Macrophage
ماکروفاژ


Dendritic cell
سلول دندریتیک

لنفوسیت ها


Helper T cell
سلول T یاری کننده


Cytotoxic T cell
سلول T کشنده یا سمی


Regulatory T cell
سلول T تنظیم کننده


γ/δ T cell
سلول T گاما/دلتا


Natural killer cell
سلول کشنده طبیعی

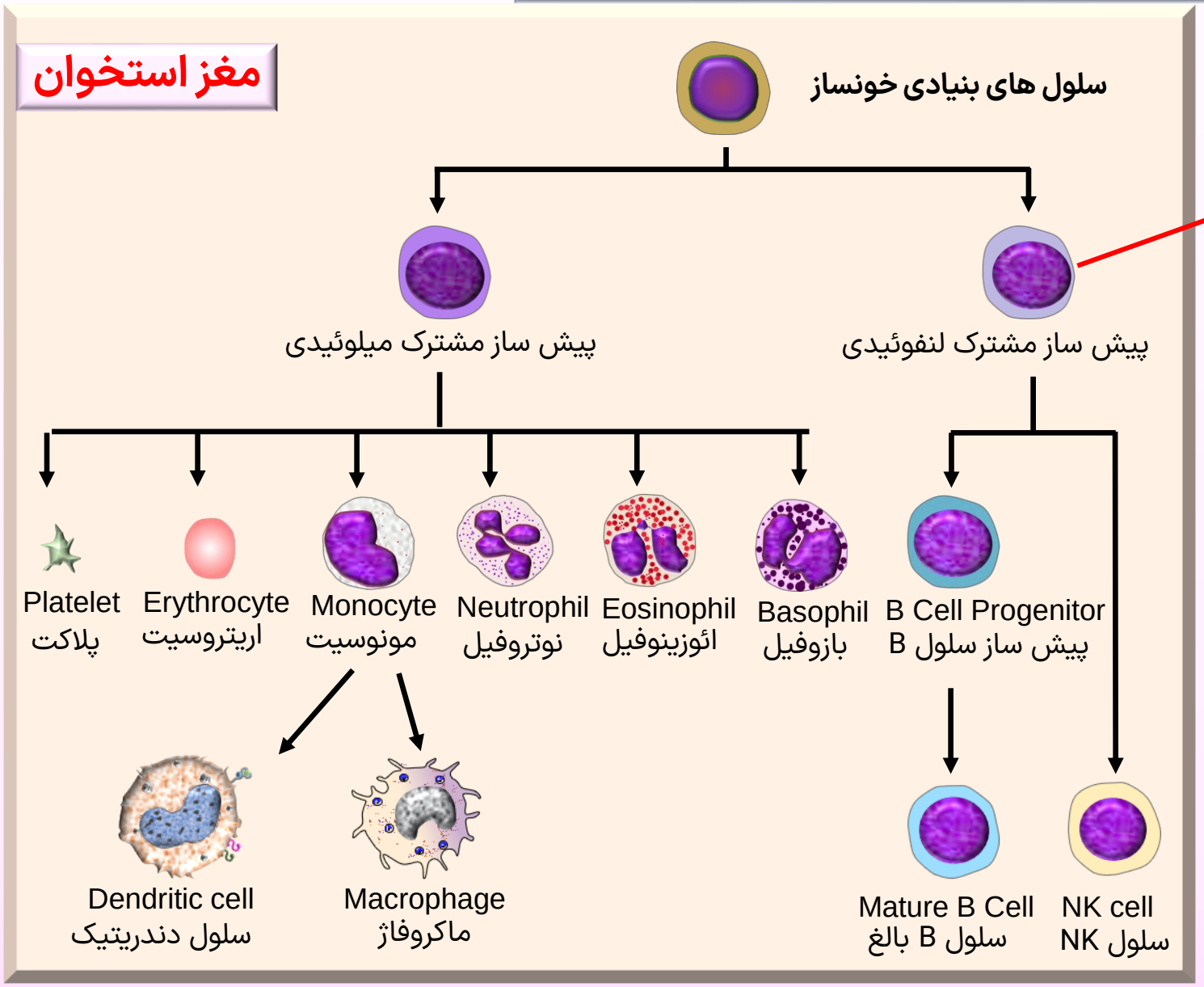

B cell
سلول B

Images generated with Microsoft AI

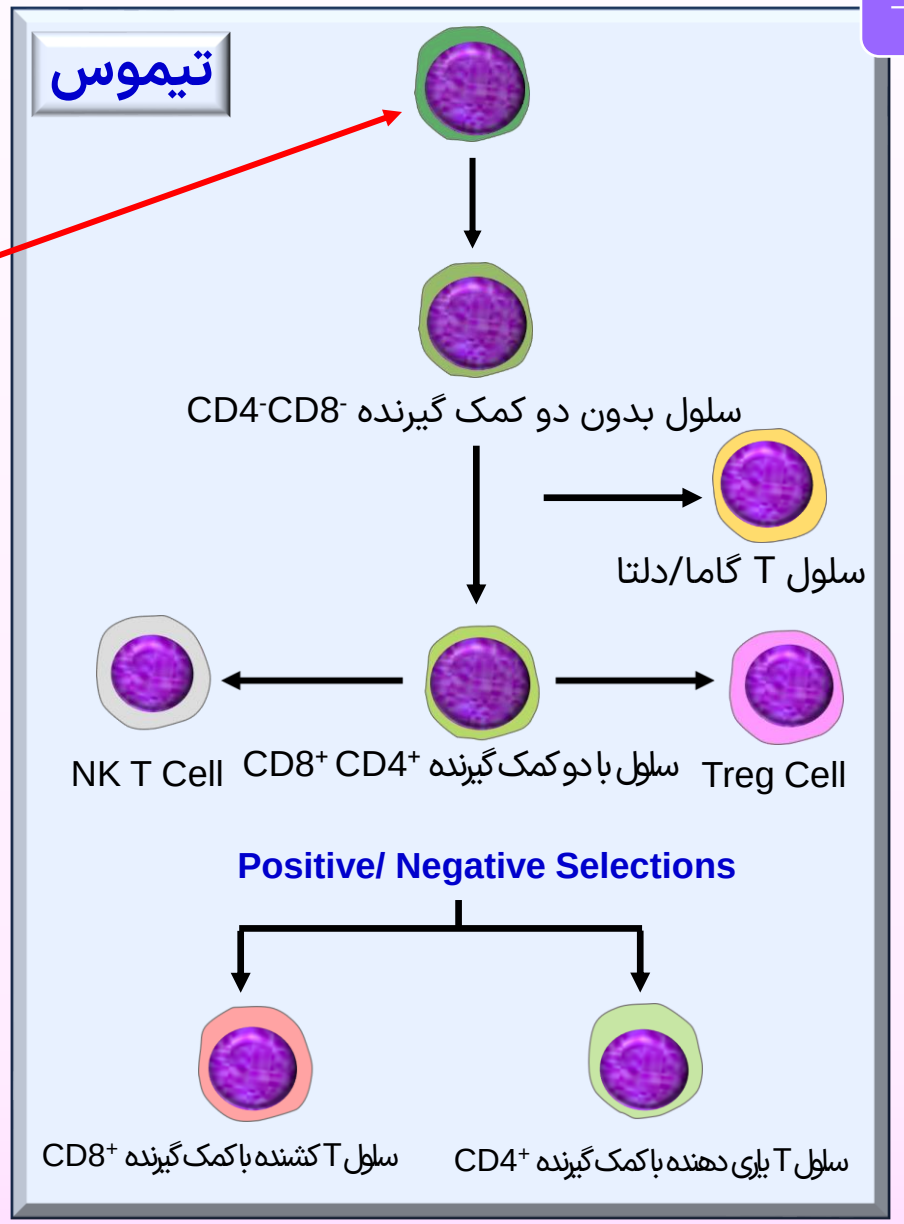
EDVONOVA

پیدایش و توسعه سلول های ایمنی

مغز استخوان



تیموس

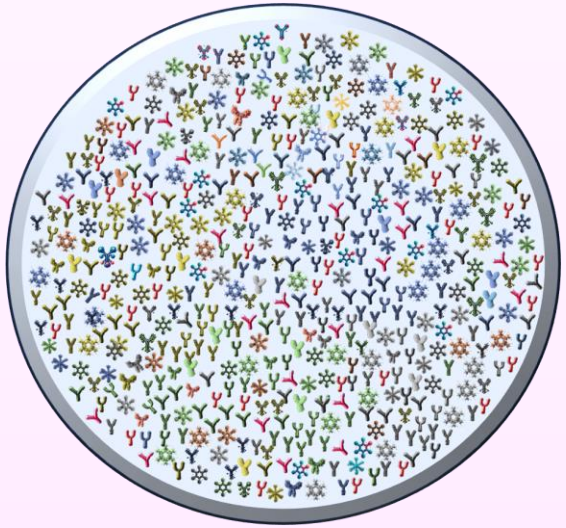


Images generated with Microsoft AI

اجزای مولکولی سیستم ایمنی

عوامل محلول

Antibodies
آنتی بادی ها



Numerous

بی شمار

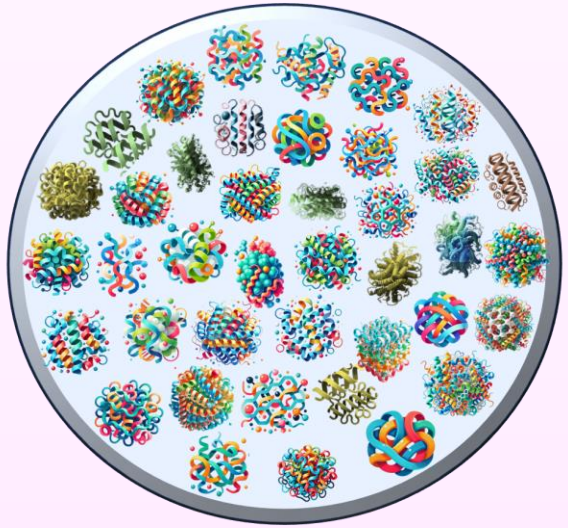
Cytokines/Interleukins
سیتوکین ها/اینترلوکین ها



200 known proteins

200 پروتئین شناخته شده

Acute phase proteins
پروتئین های فاز حاد



40 known proteins

40 پروتئین شناخته شده

The Complement System
دستگاه / سامانه کمپلمان



30 known proteins

30 پروتئین شناخته شده

Images generated with Microsoft AI

EDVONOVA

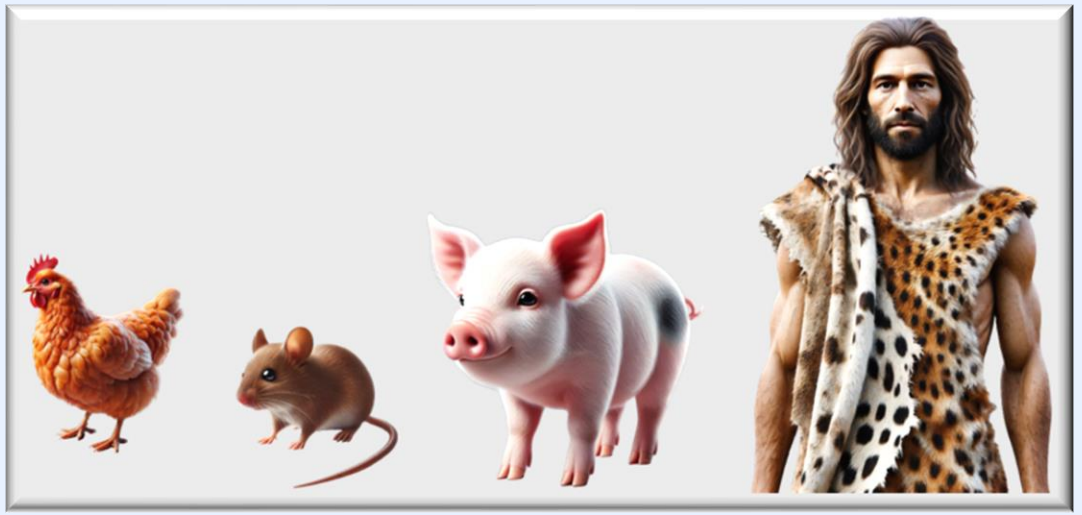
سیستم ایمنی در عمل: ایمنی



مکانیزم های دفاعی بدن در برابر عوامل بیگانه (غیرخودی)

ایمنی

- **ایمنی ذاتی**
  - +
  - **ایمنی تطبیقی یا اکتسابی**



- **ایمنی ذاتی**



Images generated with Microsoft AI

EDVONOVA

ایمنی ذاتی در انسان



خصوصیات

- حضور در بدو تولد: حفاظت فوری را فراهم می کند.
- پاسخ سریع: در عرض چند دقیقه تا چند ساعت عمل می‌کند.
- غیر اختصاصی: الگوهای پاتوژن گسترده را شناسایی می کند.
- گیرنده های شناسایی پاتوژن (PRR) : محدود و کدگذاری شده درژن های زادگاهی.
- عدم حافظه: قابلیت یادآوری عفونت‌های گذشته را ندارد.
- ثابت: در مواجهه مجدد، به یک شکل واکنش نشان می‌دهد.

اجزاء

- موانع فیزیکی
- موانع شیمیایی
- فلور طبیعی
- فاگوسیت ها
- سلول های کشنده طبیعی (NK)

Images generated with Microsoft AI

EDVONOVA

ایمنی ذاتی: موانع

موانع ایمنی ذاتی در سطوح بدن و اندام‌هایی که بیشتر در معرض عوامل بیماری‌زا هستند یافت می‌شود

فلور مشترک

روده



موانع شیمیایی

اشک

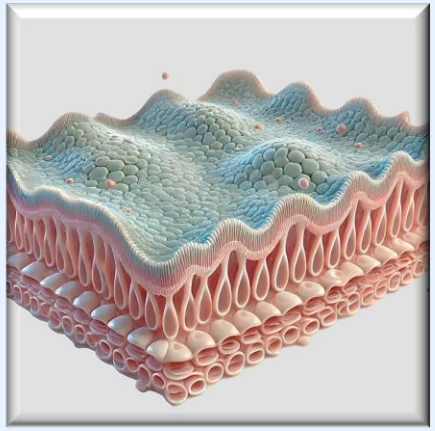


معده



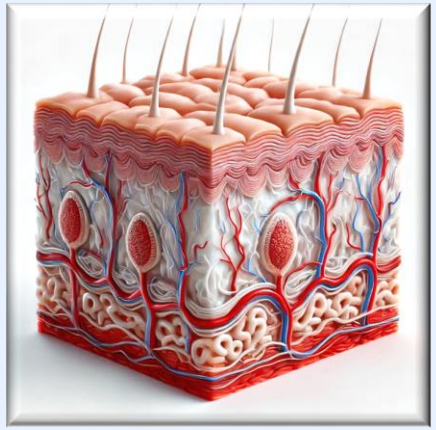
موانع فیزیکی

غشای مخاطی



- دستگاه گوارش
- دستگاه تناسلی
- حفره دهان
- مجاری بینی
- ملتحمه

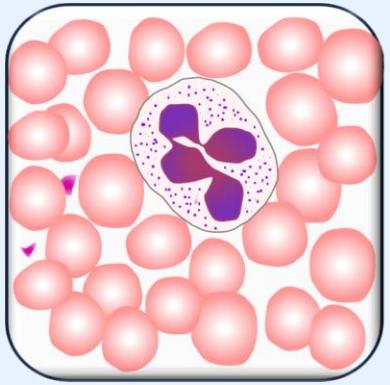
پوست



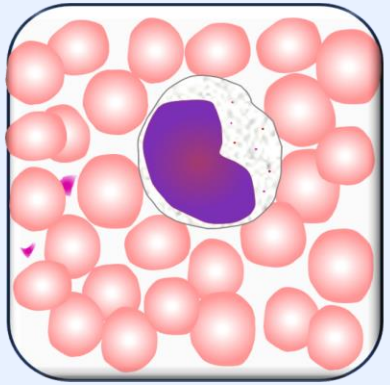
Images generated with Microsoft AI

ایمنی ذاتی: سلول‌ها

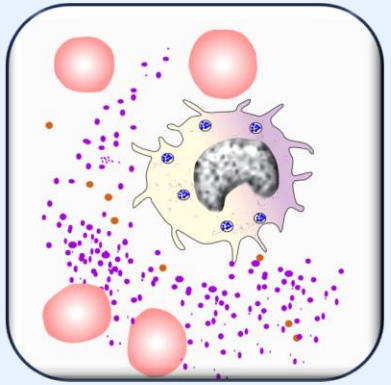
فاگوسیت ها



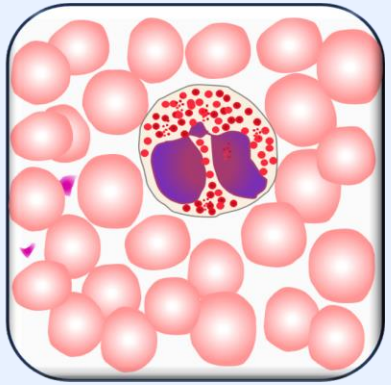
Neutrophil
نوتروفیل



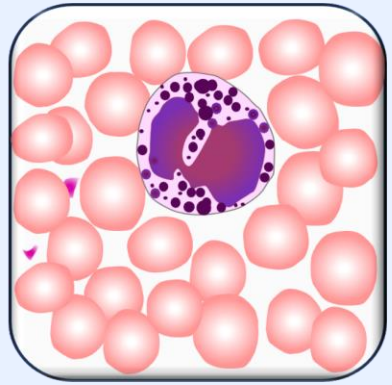
Monocyte
مونوسیت



Macrophage
ماکروفاژ

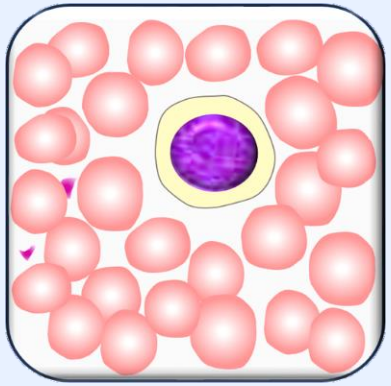


Eosinophil
ائوزینوفیل



Basophil
بازوفیل

سلول های کشنده



کشنده طبیعی

Images generated with Microsoft AI

EDVONOVA

عملکردهای کلیدی ایمنی ذاتی

- مسدود کردن راه ورود پاتوژن از طریق موانع مختلف
- حذف پاتوژن از طریق فاگوسیتوز
- حذف سلول های آلوده یا غیر طبیعی به کمک ایجاد سمیت سلولی توسط سلول NK
- حذف پاتوژن از طریق فعال سازی سیستم کمپلمان
- مهار رشد پاتوژن از طریق واکنش فاز حاد
- واکنش بافتی موضعی به آسیب یا عفونت از طریق پاسخ التهابی
- هماهنگی با ایمنی تطبیقی



Images generated with Microsoft AI

ایمنی ذاتی: انسداد ورود پاتوژن از طریق موانع

فلور مشترک

روده



رقابت

- رقابت در مصرف مواد غذایی
- باکتریوسین ها
- آنتی باکتریال های زیست فعال

موانع شیمیایی

اشک



شستشو

- لیزوزیم
- پپتیدهای ضد میکروبی

معده



مهار رشد

- PHپایین محیط اسیدی

موانع فیزیکی

غشای مخاطی



مسدود کردن راه ورود

- مخاط
- پپتیدهای ضد میکروبی

پوست



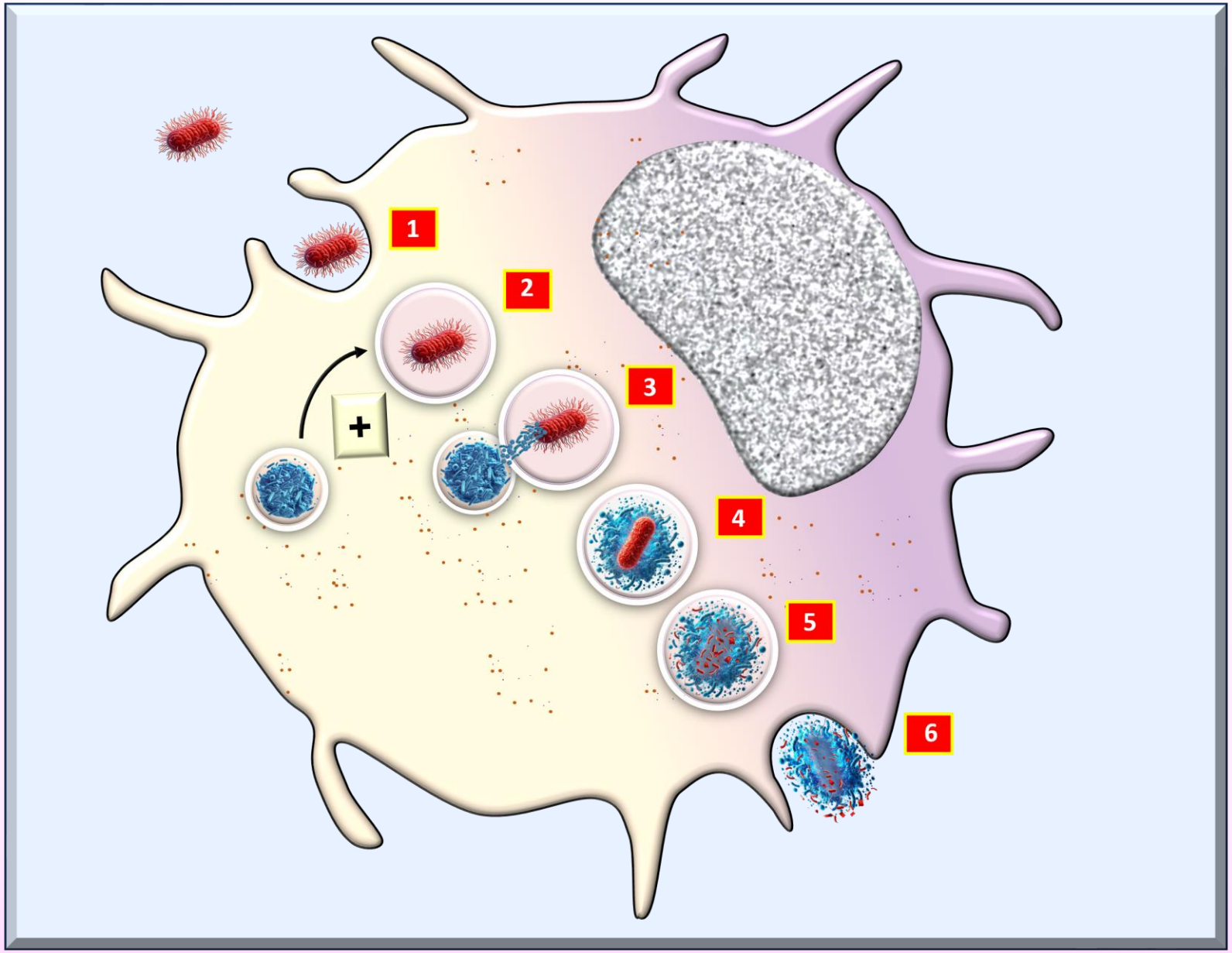
مسدود کردن راه ورود

- لایه‌های کراتینوسیت

Images generated with Microsoft AI

EDVONOVA

ایمنی ذاتی: فاگوسیتوز

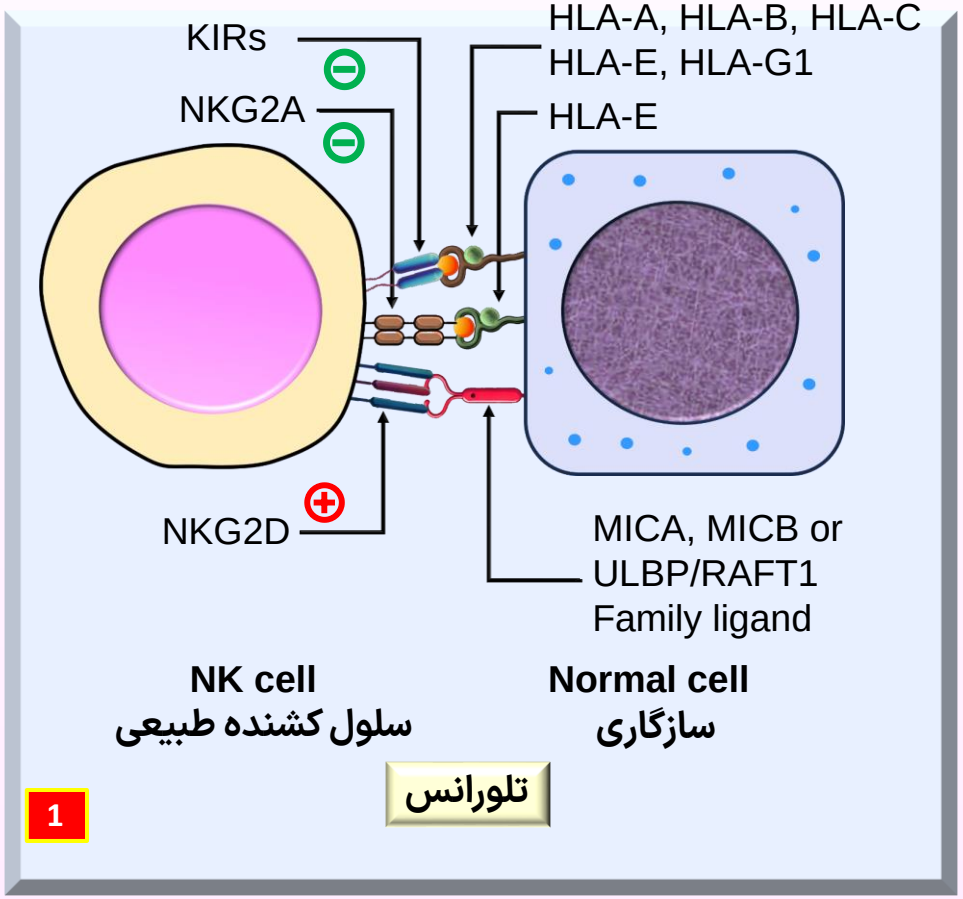


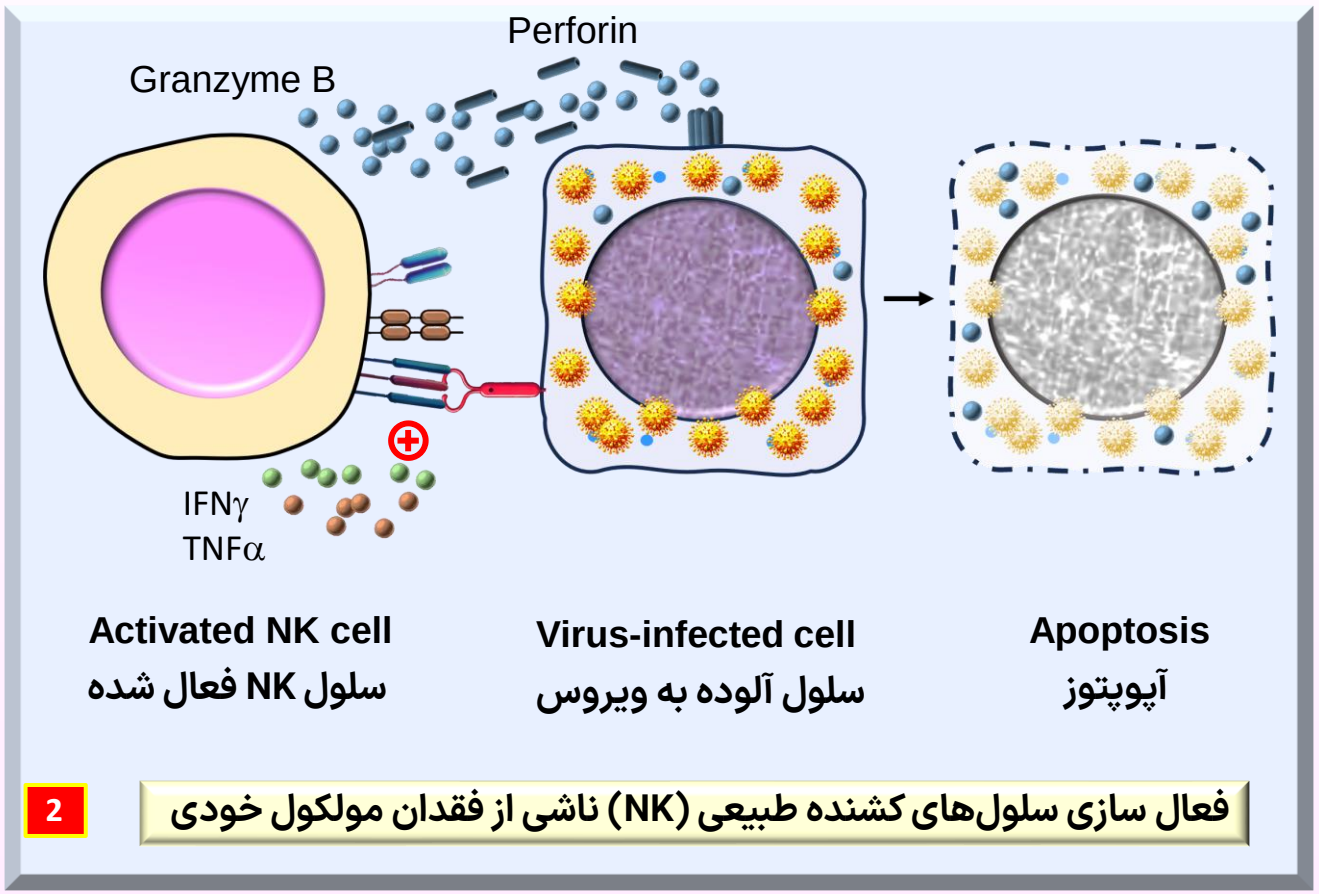
1- بلع پاتوژن
2- ایجاد فاگوزوم
3- همجوشی با لیزوزوم
4- تشکیل فاگولیزوزوم
5- تخریب پاتوژن
6- خارج سازی باقی مانده پاتوژن

Images generated with Microsoft AI

EDVONOVA

ایمنی ذاتی: سمیت سلولی با واسطه سلول NK





⊖ Killing suppression signal

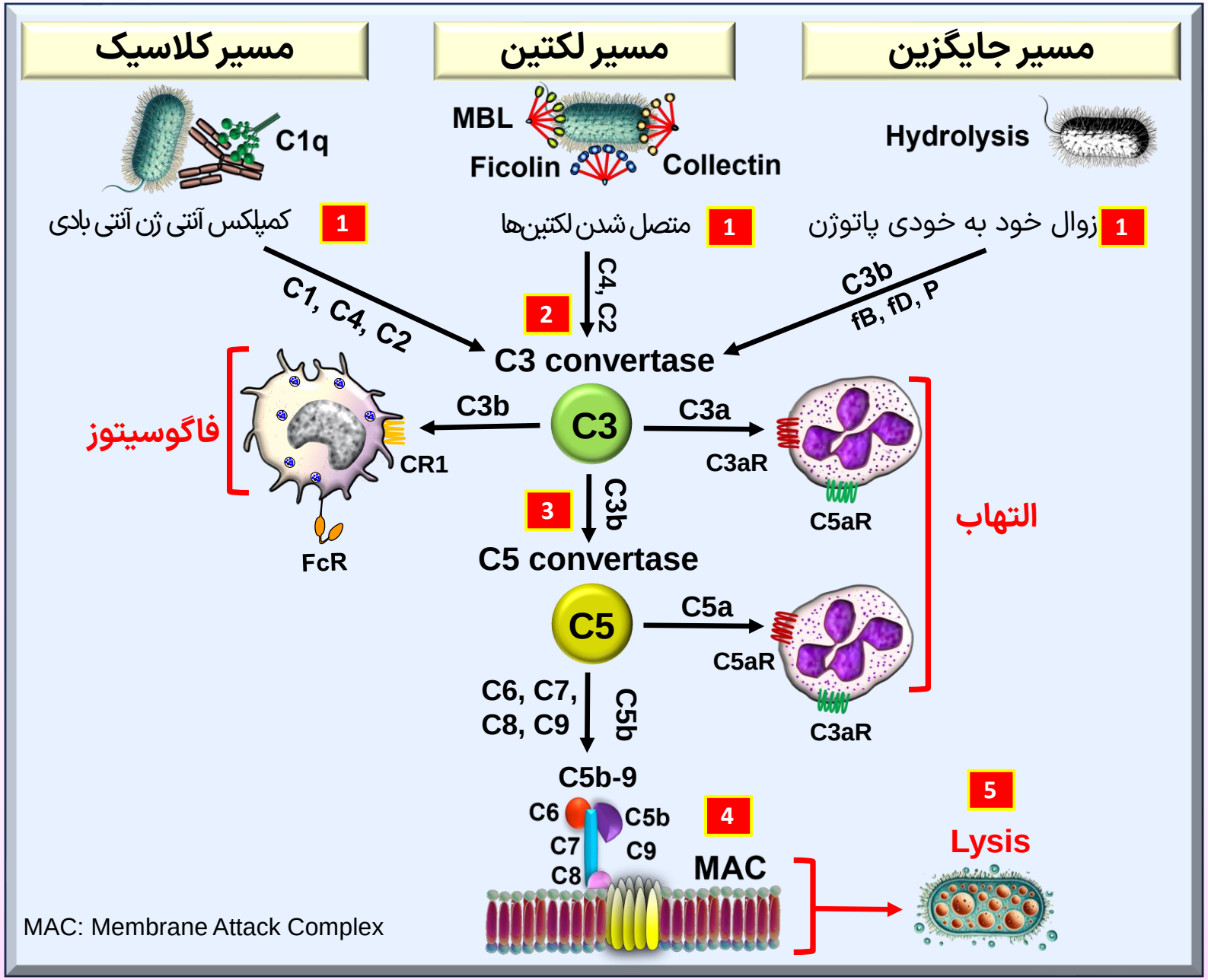
⊕ Killing activation signal

1- فعال‌سازی سلول کشنده طبیعی ناشی از فقدان گیرنده خودی
2- با کاهش گیرنده‌های مهاری، سیگنال دهی گیرنده های فعال کننده آزاد می‌شود.

Images generated with Microsoft AI

EDVONOVA

سیستم کمپلمان: مسیرهای فعال سازی



1- فعال سازی از طریق یکی از سه مسیر

2- فعال شدن C3 تبدیل کننده

3- فعال شدن C5 تبدیل کننده

4- مونتاژ MAC (مکانیزم حمله غشایی)

5- زوال عامل بیماری‌زا

Images generated with Microsoft AI

EDVONOVA

ایمنی ذاتی: واکنش مرحله حاد



التهاب

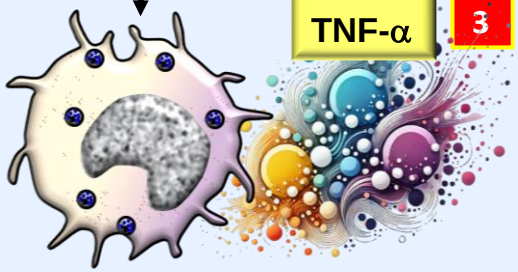
1



4

IL-6
IL-1
TNF-α

3



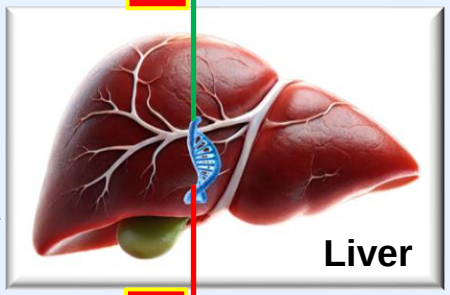
Macrophage activation

2

Negative acute-phase proteins (APPs)

- آلبومین
- ترانسفرین
- ترانستریتین
- پروتئین متصل به رتینول
- ادیپونکتین

5



6

Positive acute-phase proteins (APPs)

- پروتئین واکنشی C
- آمیلوئید سرم A
- هاپتوگلوبین
- سرولوپلاسمین
- a2ماکروگلوبولین
- فیبرینوژن
- گلیکوپروتئین اسید a1
- مکمل (C3, C4)
- لکتین های اتصال مانان

1- شروع التهاب موضعی

2- فعال شدن ماکروفاژها

3- ترشح سیتوکین های التهابی

4- القای تب با واسطه اینترکولین 6

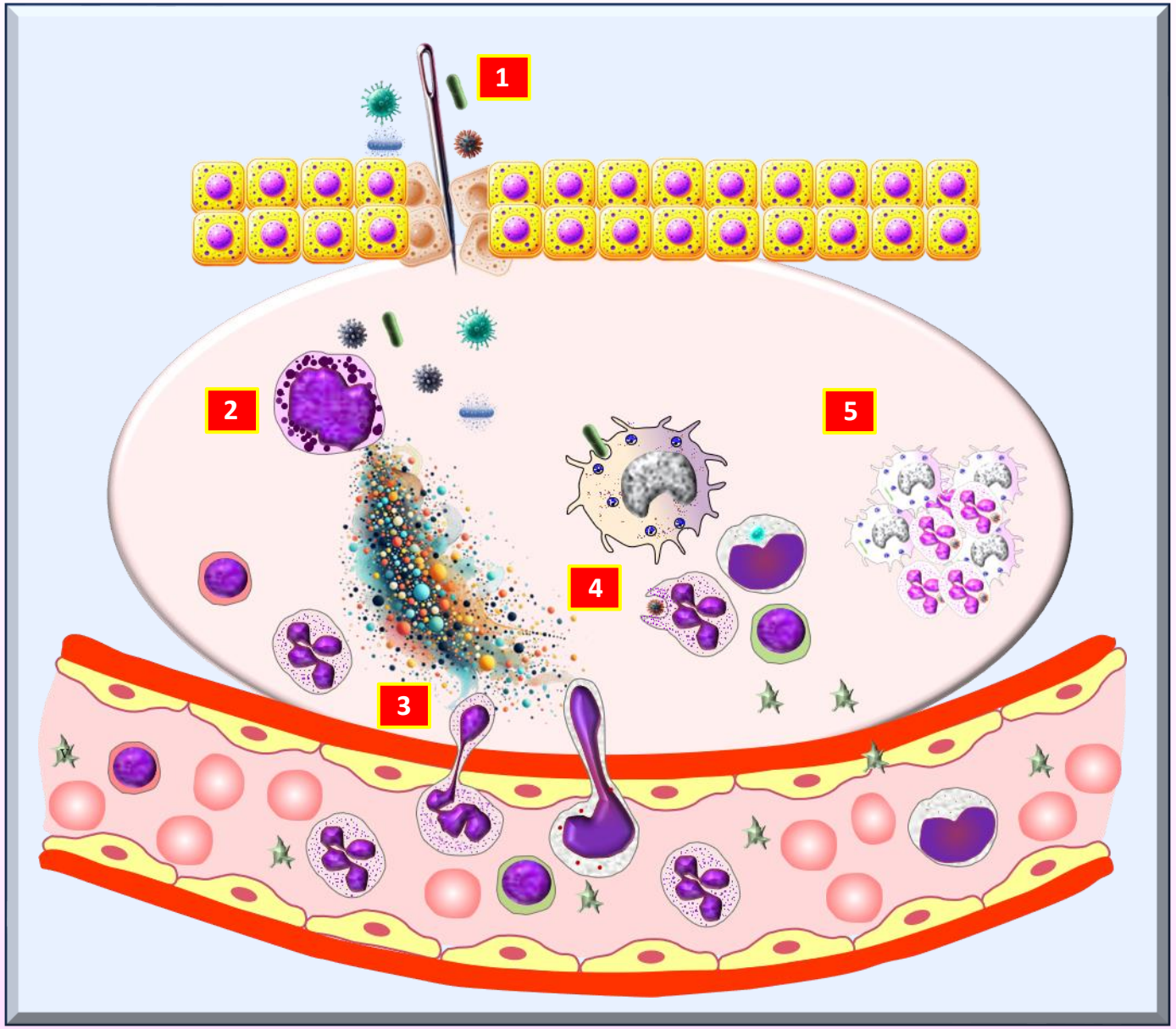
5- کاهش تنظیم پروتئین‌های فاز حاد منفی (APPs)

6- افزایش تنظیم پروتئین‌های فاز حاد مثبت (APPs)

Images generated with Microsoft AI

EDVONOVA

ایمنی ذاتی: پاسخ التهابی





- قرمزی
- تورم
- گرما
- درد

1- تحریک و آسیب

2- فعال سازی ماست سل و آزادسازی هیستامین

3- اتساع عروق / کموتاکسی / دیاپدیز

4- فاگوسیتوز

5- تشکیل چرک و از بین رفتن التهاب

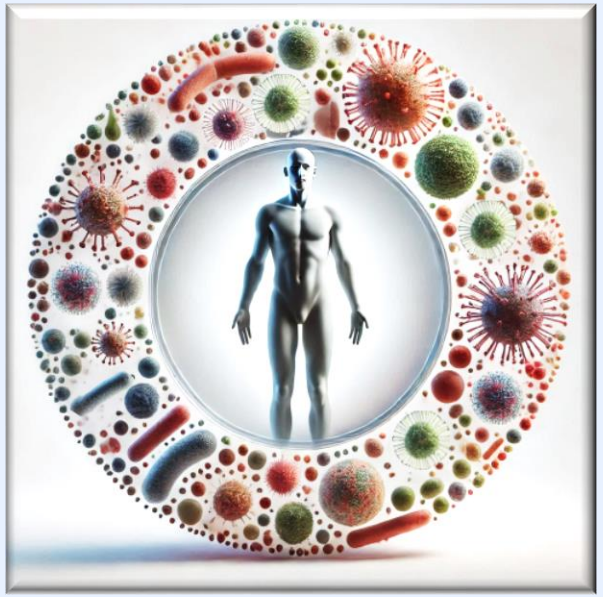
Images generated with Microsoft AI

EDVONOVA

ایمنی تطبیقی

خصوصیات

- توسعه پس از تولد: با قرار گرفتن در معرض پاتوژن فعال می شود.
- بسیار خاص: ساختارهای مولکولی منحصر به فرد پاتوژن ها را هدف قرار می دهد.
- متنوع: طیف وسیعی از عوامل بیماری زا را می شناسد.
- گیرنده های شناسایی نامحدود: تنوع نامحدودی که توسط جهش سوماتیک ایجاد می شود.
- پاسخ با تاخیر: 7 تا 14 روز طول می کشد تا فعال شود.
- دارای حافظه: پاسخ‌های سریع‌تر و قوی‌تر را در مواجهه مجدد تسهیل می‌کند.
- تشخیص خود: خود را از غیر خود متمایز می کند تا از واکنش به خود جلوگیری کند.



اجزاء

- لنفوسیت ها
- سلول های ارائه دهنده آنتی ژن: سلول های دندریتیک
- ایمنی با واسطه آنتی بادی
- ایمنی با واسطه سلولی

Images generated with Microsoft AI

ایمنی تطبیقی: آنتی ژن یا ایمونوژن

آنتی ژن (Ag) یا ایمونوژن یک مولکول خارجی مانند یک پروتئین یا یک جزئی از پاتوژن است که یک پاسخ ایمنی هدفمند را القا می کند.



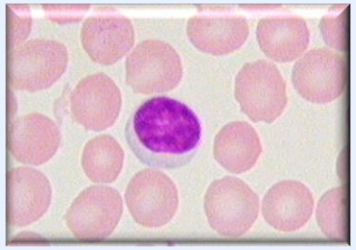
اندازه مولکولی یک آنتی ژن عامل مهمی است که بر ایمنی زایی آن تأثیر می گذارد.

- پروتئین هایی با وزن مولکولی بیش از 100000 دالتون بسیار ایمنی زا هستند.
- پروتئین های با وزن مولکولی کمتر از 10000 دالتون معمولاً ایمنی زایی ضعیفی از خود نشان می دهند.
- مولکول های کوچک، مانند اسیدهای آمینه منفرد، عموماً ایمنی ایجاد نمی‌کنند.
- برخی از مولکول‌های کوچک، که به نام هاپتن شناخته می‌شوند، می‌توانند زمانی که به یک پروتئین حامل متصل شوند، ایجاد پاسخ ایمنی کنند.
- آنتی ژن توسط سلول های ارائه دهنده آنتی ژن برای شروع پاسخ ایمنی هدفمند ارائه می شود.

Images generated with Microsoft AI

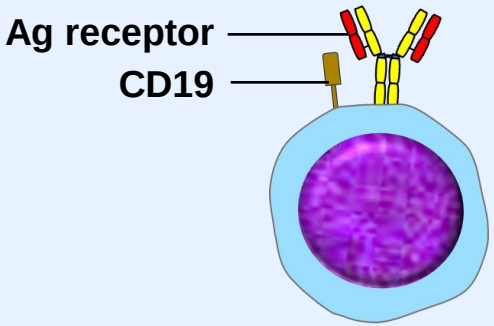
ایمنی تطبیقی: لنفوسیت ها

لنفوسیت‌ها اجزای سلولی کلیدی سیستم ایمنی تطبیقی هستند که نقش مهمی در ایجاد ایمنی اختصاصی در برابر پاتوژن ها ایفا می‌کنند.

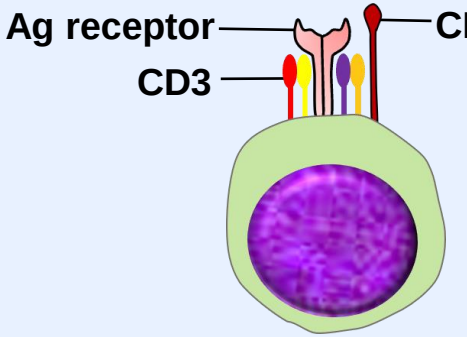


8-10 μm, 25-35% of all WBC

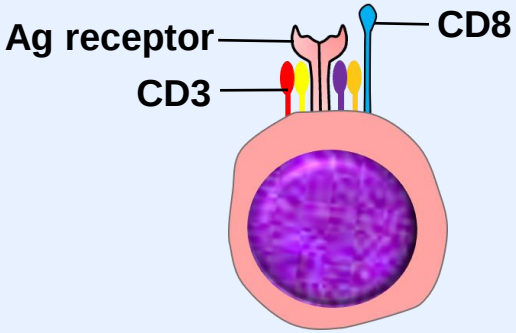
لنفوسیت های B



لنفوسیت های T



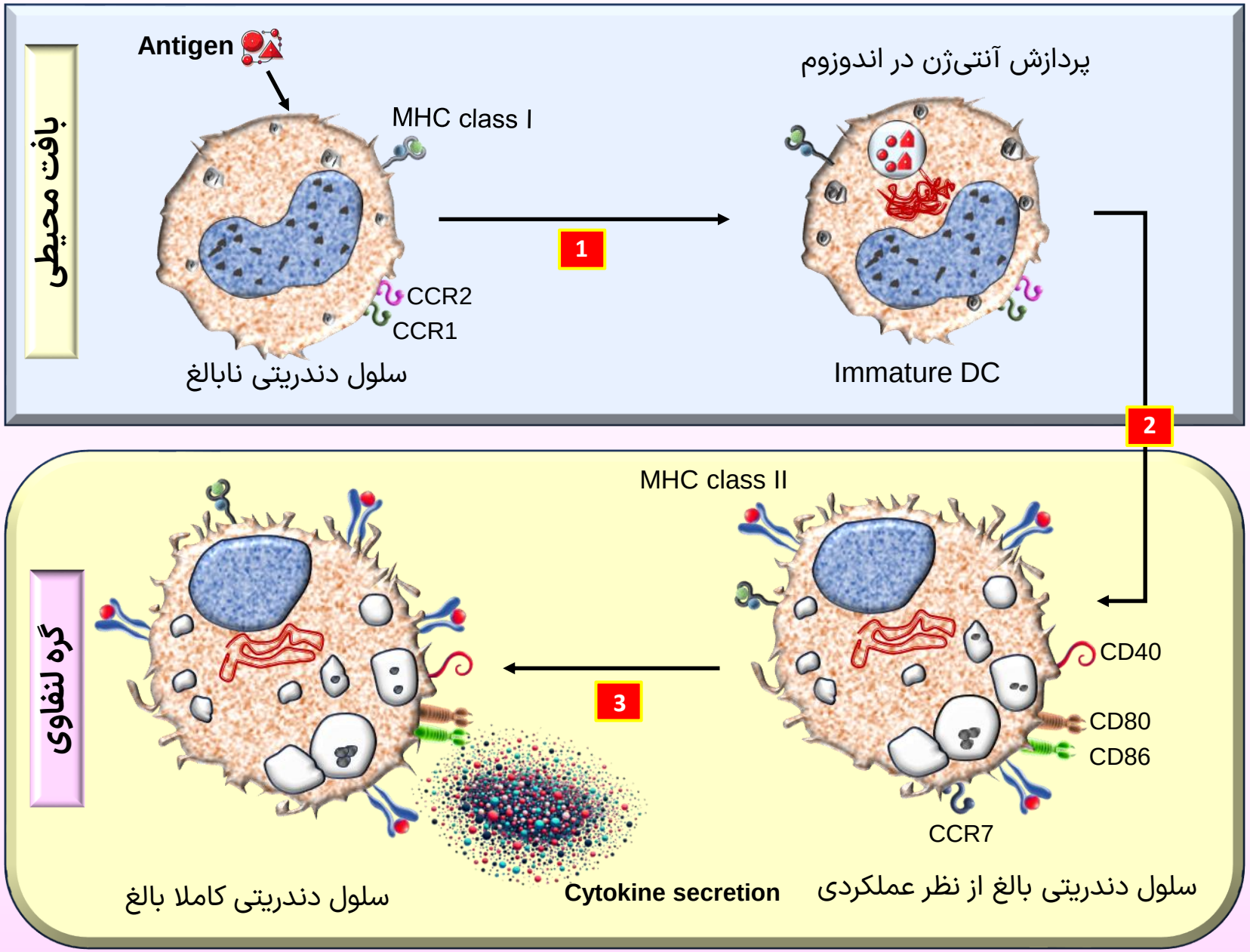
سلول های T یاری دهنده



سلول های T سمی یا کشنده

EDVONOVA

ایمنی تطبیقی: سلول های دندریتیک (DCs) به عنوان قوی ترین سلول های ارائه دهنده آنتی ژن



1- جذب آنتی ژن

2- مهاجرت/ بلوغ فنوتیپ ساختاری

3- بلوغ عملکردی

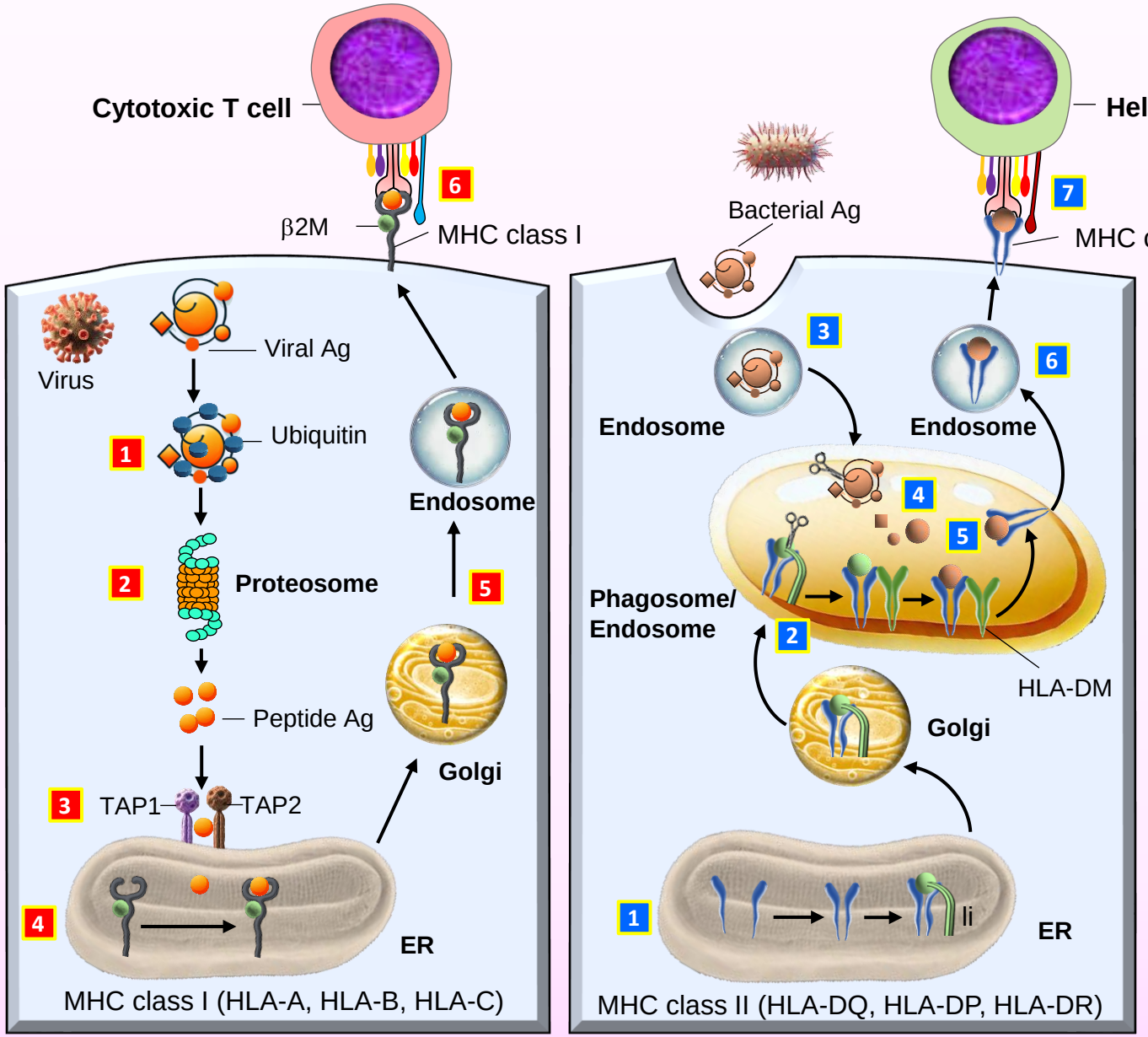


Images generated with Microsoft AI

EDVONOVA

ایمنی تطبیقی: مسیرهای ارائه آنتی ژن

مسیر درون زا



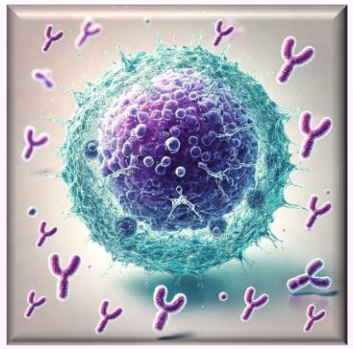
مسیر برون زا

1- یوبیکوئیتین دار کردن آنتی ژن
2- تجزیه آنتی ژن به پپتیدها
3- انتقال پپتید به ER
4- بارگذاری پپتید روی MHC I
5- انتقال پپتید به MHC I
6- ارائه پپتید به سلول T کشنده

1- اتصال MHC II و Ii در ER
2- انتقال MHC II و Ii
3- انتقال آنتی ژن
4- تجزیه آنتی ژن به پپتید
5- بارگذاری پپتید روی MHC II
6- انتقال MHC II به اندوزوم
7- ارائه پپتید توسط MHC II به سلول T یاری دهند

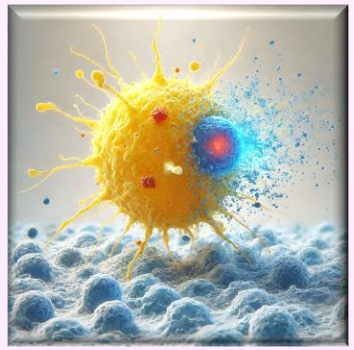
EDVONOVA

ایمنی تطبیقی (سازگار) در عمل



ایمنی با واسطه آنتی بادی

- سلول های درگیر اصلی: سلول های B
- عملکردهای اولیه: تولید و ترشح آنتی بادی های اختصاصی آنتی ژن
- دستیاران کلیدی: سلول های دندریتیک و سلول های یاری دهنده T (Th)
- پیامدهای اولیه: خنثی سازی سموم و حذف عوامل بیماری زا



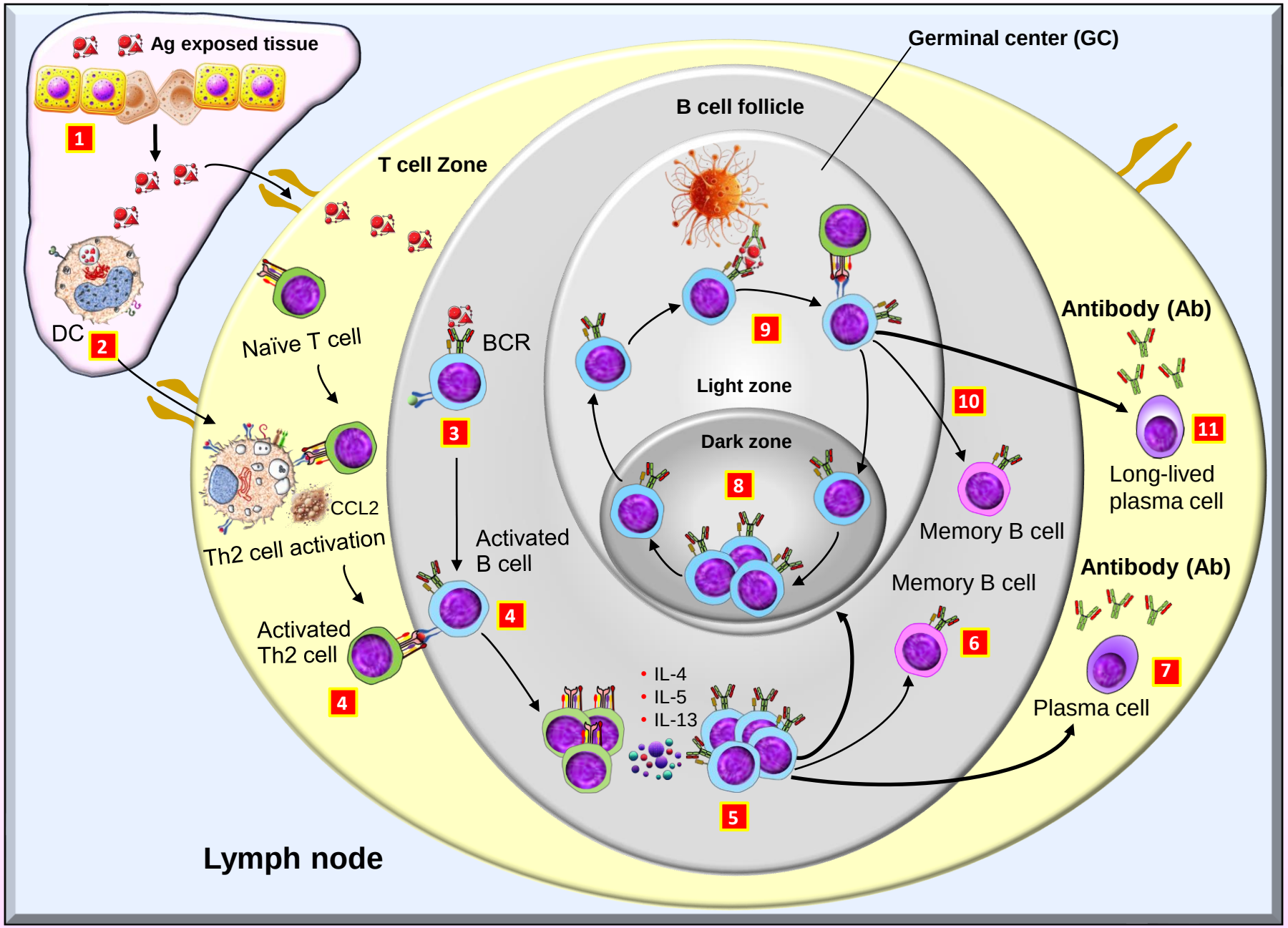
ایمنی با واسطه سلولی

- سلول های درگیر اصلی: سلول های T کشنده (Tc)
- عملکردهای اولیه: تمایز به سلول های Tc موثر بر آنتی ژن خاص
- دستیاران کلیدی: سلول های دندریتیک و سلول های یاری دهنده T (Th)
- پیامدهای اولیه: حذف هدفمند سلول های عفونی شده و سلول های غیر طبیعی

Images generated with Microsoft AI

EDVONOVA

ایمنی تطبیقی: ایمنی با واسطه آنتی بادی (هومورال)

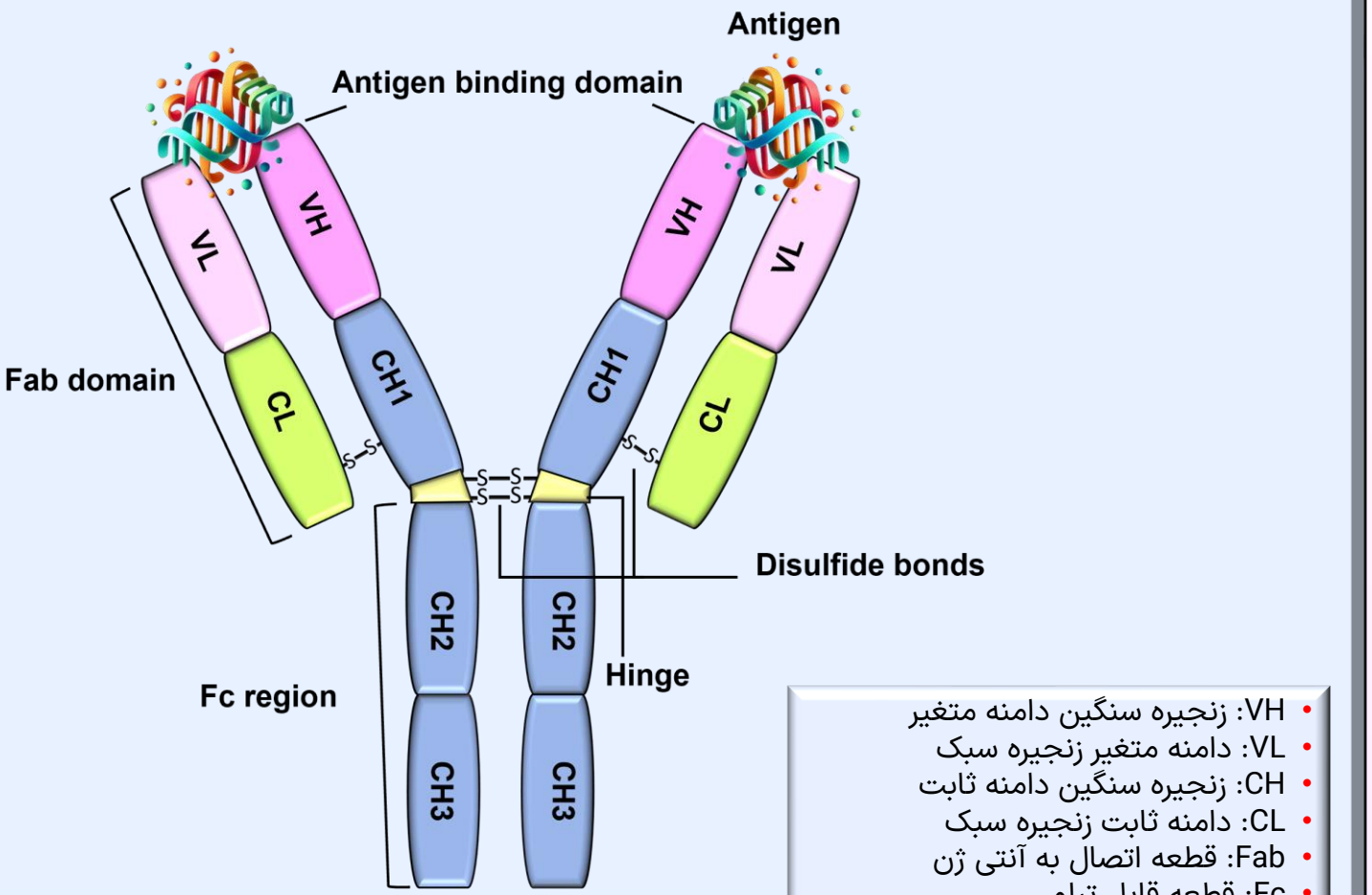


1- قرارگرفتن در معرض Ag
2- جذب Ag توسط سلول دندریتی
3- جذب Ag توسط سلول B
4- فعال سازی سلول های Th2 و B با واسطه Ag
5- تکثیر و تمایز سلول های B
6- تشکیل سلول حافظه اولیه
7- تشکیل سلول های پلاسما/تولید آنتی بادی
8- گسترش کلونال/تنوع BCR
9- انتخاب سلول های B با تمایل بیشتر به آنتی ژن
10- تشکیل سلول B حافظه وابسته به GC
11- تشکیل آنتی‌بادی‌های با عمر طولانی

Images generated with Microsoft AI

EDVONOVA

ساختار آنتی بادی (ایمونوگلوبولین: Ig)



- VH: زنجیره سنگین دامنه متغیر
- VL: دامنه متغیر زنجیره سبک
- CH: زنجیره سنگین دامنه ثابت
- CL: دامنه ثابت زنجیره سبک
- Fab: قطعه اتصال به آنتی ژن
- Fc: قطعه قابل تبلور

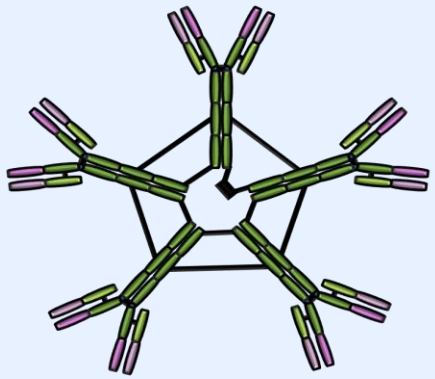
- دارای ساختار Y شکل
- از چهار پلی پپتید تشکیل شده است
- دو زنجیره سنگین یکسان و دو زنجیر سبک یکسان
- اتصال آنتی ژن از طریق نواحی اتصال آنتی ژن
- عملکرد آنتی بادی از طریق ناحیه Fc صورت می‌گیرد

Images generated with Microsoft AI

کلاس های آنتی بادی و عملکرد آنها

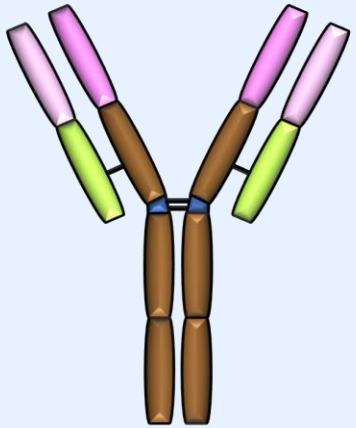
IgM

- اولین آنتی بادی ساخته شده
- ثابت کننده مکمل قوی
- تمایل کل به بالا آنتی ژن و واکنش چندتایی
- ساختار پنج پار



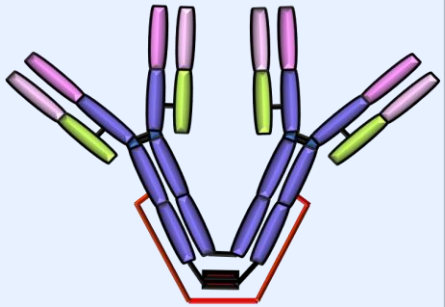
IgG

- دارای بیشترین فراوانی در سرم
- ایمنی هومورال مهم‌ترین آنتی بادی
- تثبیت کننده مکمل متوسط
- ساختار تک پار



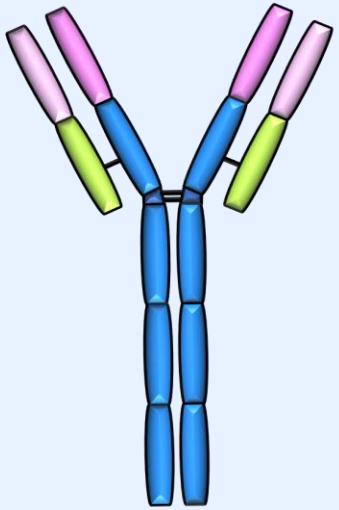
IgA

- در نواحی مخاطی یافت می‌شود
- مقاوم در برابر هضم
- ترشح شده در شیر
- ساختار دو پار



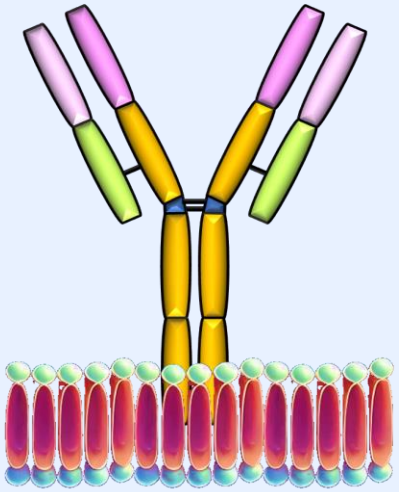
IgE

- کمترین مقدار در سرم
- نقش کلیدی در واکنش‌های آلرژیک
- به آلرژن ها متصل می شود
- ترشح هیستامین را ایجاد می‌کند
- ساختار تک پار



IgD

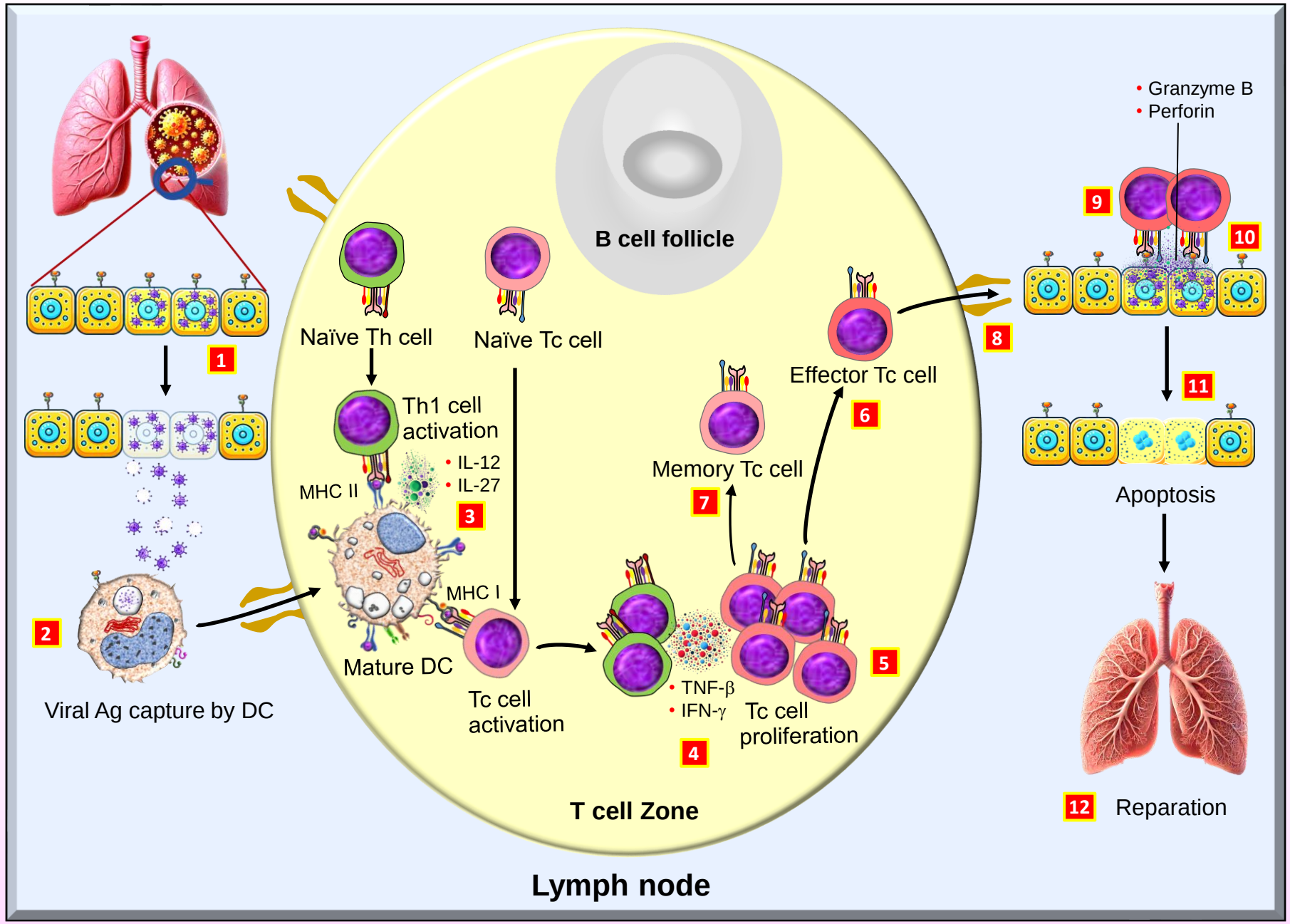
- به عنوان یک گیرنده سلول B عمل می کند
- در فعال سازی سلول های B نقش دارد
- ساختار تک پار



Images generated with Microsoft AI

EDVONOVA

ایمنی تطبیقی: ایمنی با واسطه سلولی

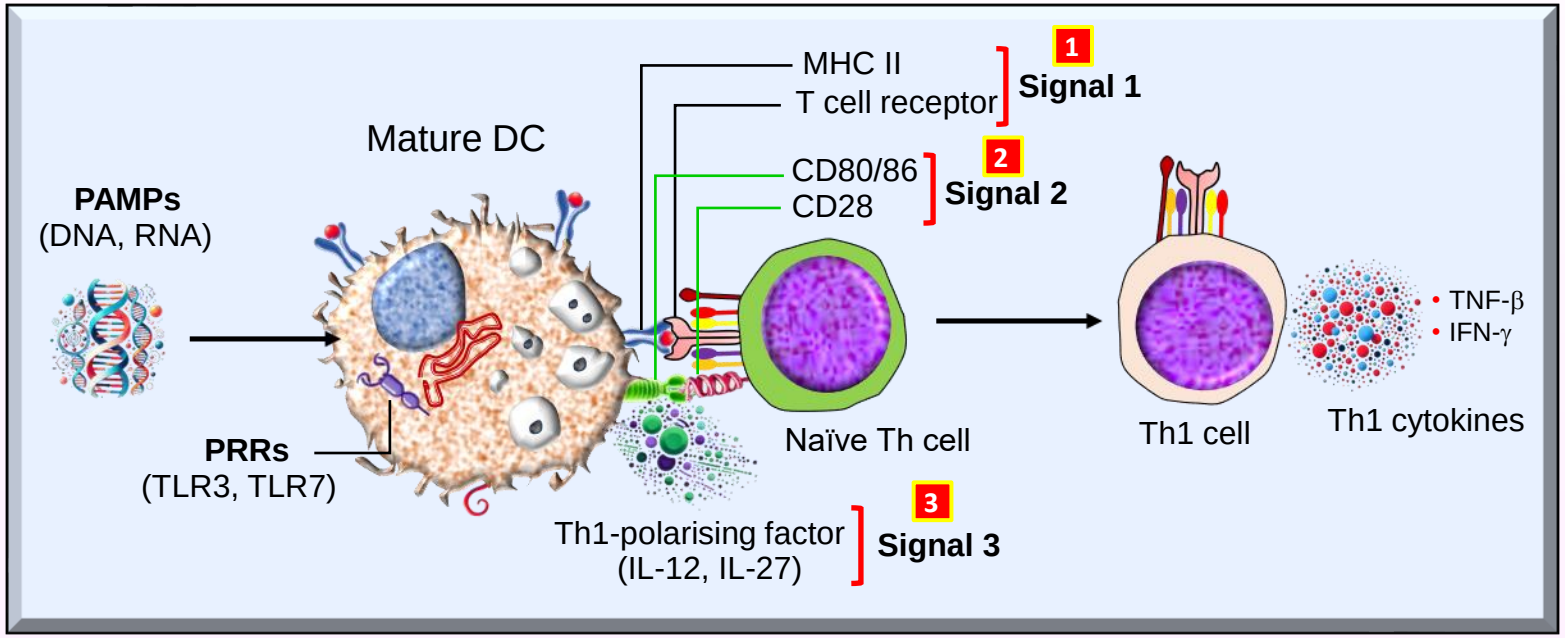


1- عفونت ویروسی/انتشار Ag ویروسی
2- جذب Ag ویروسی توسط سلول دندریتی
3- فعال سازی سلول‌های Th1 و Tc با واسطه Ag
4- تولید سیتوکین توسط سلول‌های Th1
5- تکثیر و تمایز سلول‌های Tc
6- تشکیل سلول‌های Tc مخصوص آنتی ژن
7- تشکیل سلول‌های Tc حافظه اختصاصی برای آنتی ژن
8- مهاجرت Tc موثربه محل عفونت
9- واکنش Tc به آنتی ژن ارائه شده توسط MHC I
10- آزادسازی گرانزیم B و پرفورین توسط Tc
11- مرگ سلول‌های آلوده به ویروس
12- ترمیم بافت

Images generated with Microsoft AI

EDVONOVA

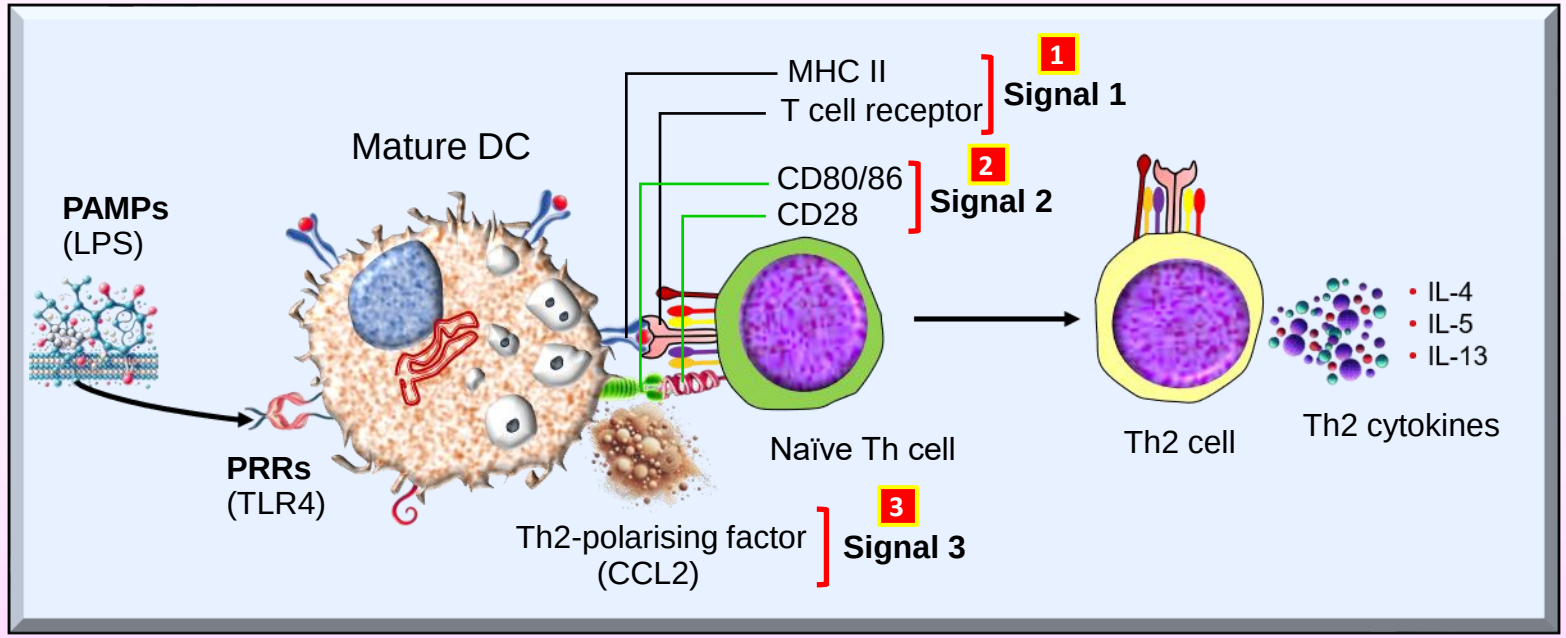
ایمنی ذاتی ایمنی تطبیقی را شکل می دهد



-1 سیگنال 1 ویژگی آنتی ژن را تعریف می کند.

-2 سیگنال 2 باعث تحریک همزمان سلول های Th می‌شود.

-3 سیگنال 3 سلول های T فعال شده را به سمت سلول‌های Th1 سوق می‌دهد.



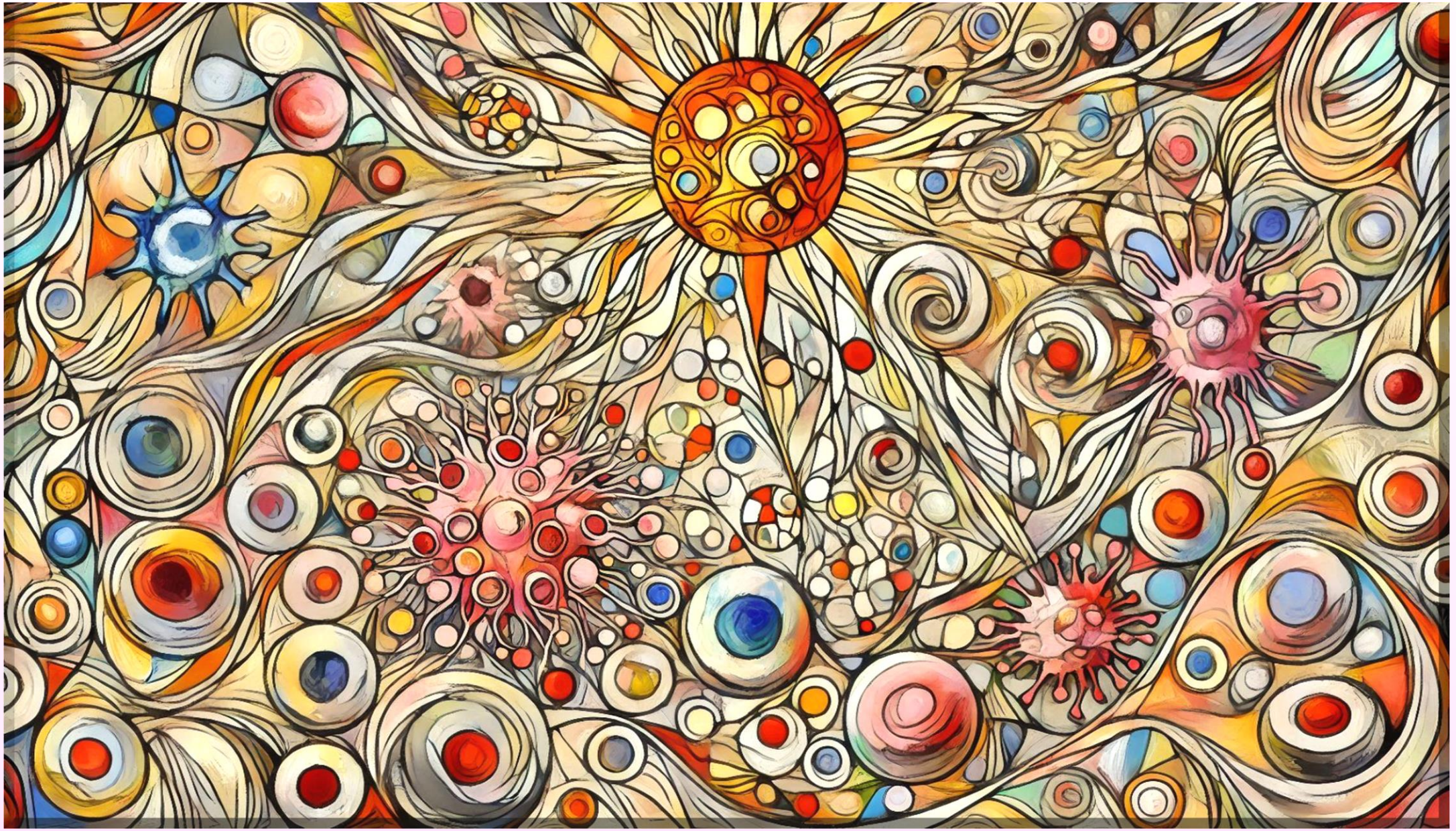
-1 سیگنال 1 ویژگی آنتی ژن را تعریف می کند.

-2 سیگنال 2 باعث تحریک همزمان سلول های Th می‌شود.

-3 سیگنال 3 سلول های T فعال شده را به سمت سلول‌های Th2 سوق می‌دهد.

Images generated with Microsoft AI

EDVONOVA



ایمونولوژی مصور

Images generated with Microsoft AI