

ایمونولوژی

آنتی بادی ها

دکتر ایزد

جلسه 2

گروه 402

زهرا شرعیاتی • ستوده قاسمی • عطیه مشیری



فهرست

• آنتی بادی ها (پادتن ها)

ساختار آنتی بادی

کلاس و زیرکلاس

ایمونوگلوبولین ها

شاخص های آنتی ژنیک در

آنتی بادی ها

FC فعالیت بیولوژیک قسمت

آنتی بادی ها:

به نام آنکه هستی نام از او یافت فلک جنبش، زمین آرام از او یافت

تذکر : توصیه می شود مطالعه این درس با مرور اسلاید همراه باشد تا با توجه به رنگی بودن تصاویر در اسلاید ها بیشترین بهره از مطالب گرفته شود.

آنتی بادی ها (پادتن ها)

آنتی بادی ها یا همان ایمونوگلوبولین ها مولکول هایی هستند که توسط سلول های B در پاسخ ایمنی اختصاصی تولید می شوند و جنس آنها از گلیکوپروتئین هایی است که می توانند اختصاصا با مولکول هایی که علیه آنها تولید شده اند (آنتی ژن ها) واکنش دهند. آنتی بادی ها توسط پلاسما سل ها (*plasma cells*) تولید می شوند. پلاسما سل ها از تکامل لنفوسیت های B به وجود آمده اند و در واقع سلول هایی *Effector* یا اجرایی هستند که طی تکامل لنفوسیت های B در مرحله آخر تکامل تولید شده اند. B Cell هایی که هنوز با آنتی ژن برخورد نکرده اند، یا در مراحل تکاملی پیش از پلاسما سل ها قرار دارند نمی توانند آنتی بادی ترشح کنند و تنها آنتی بادی ها را در سطح خود دارند. پلاسما سل ها نیز در سطح سلول فاقد آنتی بادی هستند اما می توانند آنتی بادی هایی را که تولید کرده اند به خارج از سلول ترشح کنند.

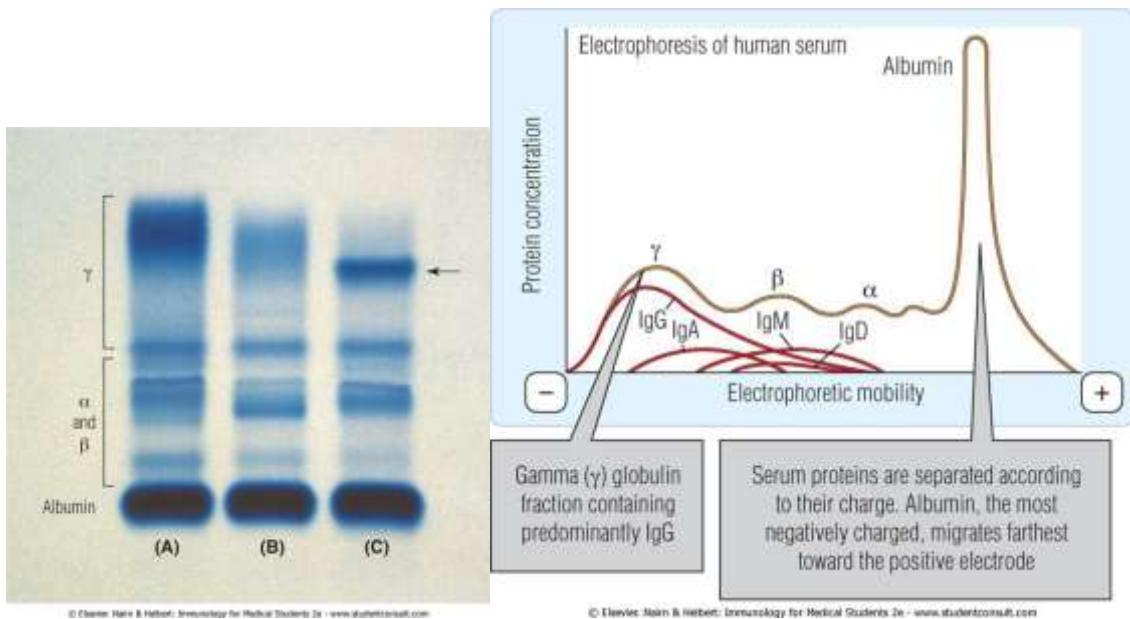
آنتی بادی ها تقریبا 20٪ پروتئین ها پلاسما را تشکیل می دهند که با تکنیک های الکتروفورز پروتئین ها توانسته اند آنتی بادی ها را در سرم پیدا کنند و چون در منطقه گاما قرار می گیرند آنها را گاماگلوبولین نیز می نامند. ❖ تفاوت بین پلاسما و سرم آنست که پلاسما دارای پروتئین های انعقادی است که سرم به دلیل حذف فاکتور های انعقادی، فاقد آنهاست.

نحوه الکتروفورز پروتئین های سرم

دستگاه الکتروفورز شامل قاب الکتروفورز است که دو الکترود + و - دارد. نمونه در میدان الکتریکی قرار داده می شود و بر اساس باری که دارد به سوی قطب ها حرکت می کند. در این روش، سرم روی کاغذ استات سلولز اثر داده شده و سپس در قاب الکتروفورز قرار داده می شود که در آن بافری هم برای برقراری ارتباط بین + و - ریخته شده است. با برقراری جریان الکتریکی، پروتئین ها بر اساس بارشان به سمت قطب ها می روند.

بیشترین پروتئین موجود در سرم، **آلبومین** است. بنابراین پس از پایان الکتروفورز کاغذ استات سلولز به کار رفته را با رنگ خاصی که پروتئین ها را ظاهر می کند رنگ می کنند که با این کار 5 باند مختلف در کاغذ دیده می شود. سپس آنها را با دانسیتومتر می سنجند. دانسیتومتر دستگاهی است که رنگ سنجی می کند و باند ها را یکی یکی بر اساس شدت رنگشان می خواند و برای هر باند یک پیک رسم می کند. باندی که شدت رنگ بیشتری دارد، پروتئین بیشتری دارد و پیک بلندتری رسم می کند. بنابراین بلندترین پیک مربوط به آلبومین است. پیک های بلند بعدی متعلق به α ، β و γ است. (α خود دارای دو نوع باند 1 و 2 است).





چطور دانشمندان متوجه شدند که آنتی بادی ها در منطقه گاما قرار می گیرند؟

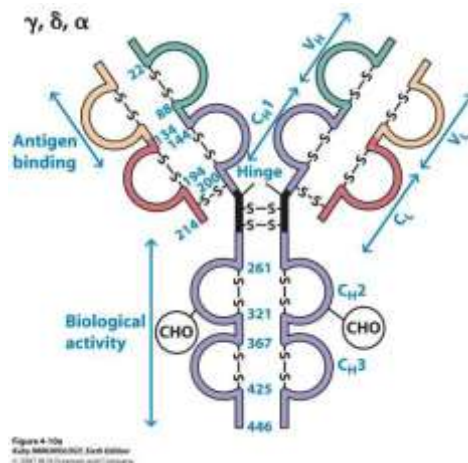
آنتی ژنی را به حیوانی تزریق کرده و سپس سرم آن را گرفتند. سرم حاوی آنتی بادی علیه آنتی ژن است. پس از مجاور کردن سرم با آنتی ژن مذکور، واکنش آنتی ژن-آنتی بادی رخ داد و آنتی بادی با ایجاد رسوب از سرم حذف شد. پس از الکتروفورز محلول روی رسوب مشاهده شد که سرم مجاور نشده با آنتی ژن یک باند قوی در محل گاما دارد در حالی که این باند در سرم مجاور شده با آنتی ژن کاهش یافته است. بنابراین آنتی بادی ها باید در این ناحیه (گاما) قرار داشته باشند و آنها را گاماگلوبولین نامیدند. البته بعدها دانشمندان متوجه شدند که برخی آنتی بادی ها مثل *IgM* و *IgD* (؟) می توانند در مناطق α و β هم قرار بگیرند.

ساختار آنتی بادی

آنتی بادی ها از جنس گلیکوپروتئین و دارای زنجیره های پلی پپتیدی هستند. هر مولکول آنتی بادی از دو زنجیره پلی پپتیدی سنگین-*heavy chain* (H) و دو زنجیره پلی پپتیدی سبک-*light chain* (L) تشکیل شده است که دو به دو یکسان هستند. زنجیره های سبک و سنگین بوسیله پیوندهای دی سولفید به هم متصل می شوند. (پیوند های غیر کووالان هم در پیوستن زنجیره ها به هم دخالت دارند اما دی سولفید پررنگ تر است). در داخل زنجیره ها نیز پیوند های دی سولفیدی وجود دارد که سبب ایجاد تاشدگی های خاصی در زنجیره های سبک و سنگین می شود و هر زنجیره را به دامین های-*domain* مختلف تقسیم می کند که دامین های ایمونوگلوبولینی نامیده می شوند و ساختار خاصی دارند. هر *1-10* آمینواسید از قسمت متغیر (*variable*) یک پیوند دی سولفید تشکیل می دهند و یک دامین را ایجاد می کنند.

آنتی بادی ها در هر زنجیره دارای یک بخش متغیر و یک بخش ثابت هستند. با توجه به شکل اسلاید 5، قسمت زرد در زنجیره سبک، قسمت متغیر این زنجیره است. همینطور قسمت سبز در زنجیره سنگین نیز متغیر است. «در هر دو زنجیره سبک و سنگین وضع به همین منوال است.» قسمت نارنجی در زنجیره سبک و قسمت بنفش در زنجیره سنگین ، قسمت ثابت آن ها است .





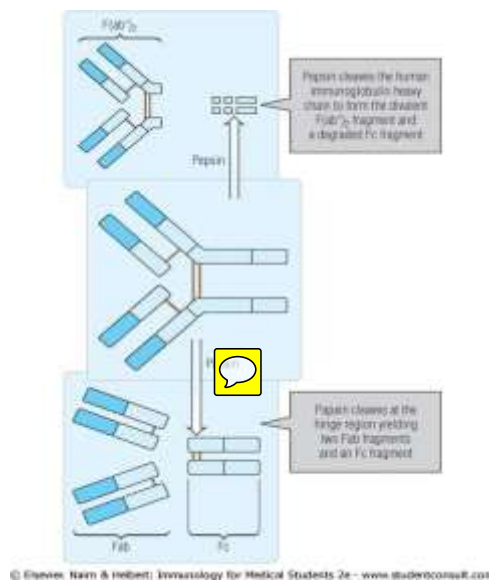
بخش متغیر زنجیره سبک و سنگین و نیز بخش ثابت زنجیره سبک تنها یک دامین دارد. اما زنجیره های سنگین در بخش ثابت 3 یا 4 دامنه دارند. (4 دامین IgM و 3 دامین IgG دارند).

دامین اول بخش ثابت زنجیره سنگین: C_{H1} دامین دوم آن: C_{H2} و دامین سوم آن: C_{H3} *Constant C:* بر اساس آزمایشات انجام شده این نتیجه به دست آمده که قسمتی از آنتی بادی به آنتی ژن متصل می شود که *Antigen binding site* نامیده می شود. (قسمت متغیر این عمل را انجام می دهد). و قسمتی از آن فعالیت های بیولوژیک آنتی بادی را انجام می دهد. (این وظیفه بر عهده قسمت ثابت زنجیره های سنگین است).

بین C_{H1} و C_{H2} در زنجیره سنگین قسمتی وجود دارد که در آنجا پیوند های دی سولفید تشکیل می شود و دو زنجیره را به هم متصل می کند. به این ناحیه *Hinge* گفته می شود. خصوصیت دیگر این ناحیه این است که به علت وجود زیاد اسید آمینه پرولین در آن خاصیت انعطاف پذیری پیدا کرده است. این خاصیت در واکنش آنتی بادی-آنتی ژن بسیار موثر است.

برای تشخیص محل اتصال آنتی ژن و ناحیه ای که فعالیت های بیولوژیک را انجام می دهد از دو آنزیم پپسین و پاپائین استفاده می شود. پپسین می تواند مولکول آنتی بادی را در زیر پیوند های دی سولفید در منطقه *Hinge* بشکند. بعد از اثر این آنزیم مشاهده شد که قسمت *N terminal* می تواند به آنتی ژن متصل شود اما قسمت دیگر (*Fc*) خرد می شود و دیگر فعالیتی ندارد.





آنزیم پاپائین می تواند دو مولکول آنتی بادی را در قسمت بالای پیوند های دی سولفید بشکند و مولکول آنتی بادی را به 3 جزء تقسیم کند که هر سه قدرت عمل دارند. که 2 قسمت می توانند به آنتی ژن متصل شوند و آن ها را *Fab* می نامند. (*Antigen binding fragment*) و یک قسمت که خاصیت اتصال به آنتی ژن را ندارند و آن را *Fc* نامیدند چون با قرار گرفتن در محیط سرد مثل یخچال کریستالیزه می شود. (*Complement fixing fragment*)

در شکل قبل دو جزء *Fab* که حاصل فعالیت پپسین هستند، به هم متصل اند را $F(ab)'_1$ می نامند. مولکول در این حالت می تواند به دو آنتی ژن متصل شود.

چرا به دامین اول آنتی بادی ها *variable* می گویند؟ کلون های لنفوسیتی در سطح خود آنتی بادی هایی دارند. این آنتی بادی ها در هر کلون با کلون دیگر در *specificity* متفاوت است. یعنی می تواند آنتی بادی خاصی را متفاوت با کلون بعدی شناسایی کند.

در بیماری مالتیپل میلوما، پلاسما سل ها به صورت *monoclonal* سرطانی می شوند (یعنی یک کلون از لنفوسیت های *B* در مرحله پلاسما سل سرطانی می شوند). در این بیماران یک نوع آنتی بادی به مقدار بسیار زیاد ساخته می شود. با بررسی چند بیمار مبتلا به این بیماری که در هر کدام یک نوع از پلاسما سل ها سرطانی شده اند و جداسازی آنتی ژن های آنها و سکانس کردن این آنتی بادی ها و مقایسه آنها با هم، این نتیجه حاصل شد که از قسمت *N terminal* حدود 110 آمینواسید در آنتی بادی های مختلف متفاوت اند ولی بعد از این ناحیه سکانس ها در آنتی بادی های مختلف یکسان می شود که همان بخش ثابت است. این اتفاق در هر دو زنجیره سبک و سنگین رخ می دهد. {اسلا بد 7}

در خود قسمت متغیر مناطقی وجود دارد که تغییرپذیری (*variability*) آمینواسیدی بیشتری از سایر مناطق دارد که به این نواحی *CDR* گفته می شود که در هر قسمت متغیر هر آنتی بادی سه عدد *CDR* وجود دارد. (CDR_1, CDR_2, CDR_3) به *CDR* ها *hypervariable region* گفته می شود و *CDR* مخفف *complementarity determining*



region است. تشابه آمینو اسید های ناحیه متغیر در این قسمت ها کمتر است. نواحی بین *CDR* ها را که تغییر پذیری کمتری دارند *Framework region* می نامند. (اسلاید 8) در شکل سمت راست می بینیم که *CDR* ها تقریباً در سطح مولکول قرار می گیرند. این مناطق به آنتی ژن ها متصل می شوند. با توجه به شکل *CDR3* که پیک بالاتری دارد تنوع پذیرتر است.

کلاس و زیر کلاس ایمونوگلوبولین ها

در بدن ما 5 نوع (کلاس) مختلف آنتی بادی به نام های *IgD, IgG, IgM, IgA, IgE* وجود دارد که تفاوت آنها در بخش ثابت زنجیره سنگین شان (*Fc*) است و عملکرد متفاوتی از خود نشان می دهند. [این تفاوت ها بسیار ناچیزتر از تفاوت میان بخش های متغیر است. از تفاوت بخش *Fc* می توان به نوع گونه ها پی برد.]

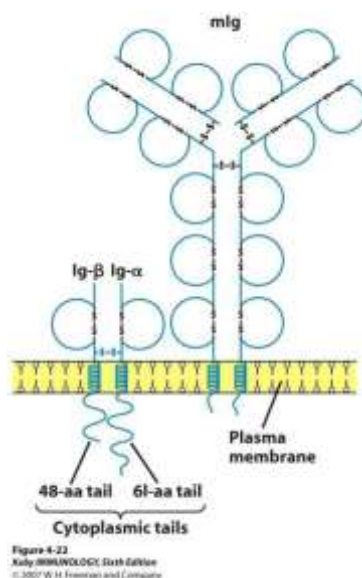
Class	Heavy chain	Subclasses	Light chain	Molecular formula
IgG	γ	$\gamma 1, \gamma 2, \gamma 3, \gamma 4$	κ or λ	$\gamma_2\kappa_2$ $\gamma_2\lambda_2$
IgM	μ	None	κ or λ	$(\mu_2\kappa_2)_n$ $(\mu_2\lambda_2)_n$ $n = 1$ or 5
IgA	α	$\alpha 1, \alpha 2$	κ or λ	$(\alpha_2\kappa_2)_n$ $(\alpha_2\lambda_2)_n$ $n = 1, 2, 3, \text{ or } 4$
IgE	ϵ	None	κ or λ	$\epsilon_2\kappa_2$ $\epsilon_2\lambda_2$
IgD	δ	None	κ or λ	$\delta_2\kappa_2$ $\delta_2\lambda_2$

هنگامی که یک سلول *B* به صورت *Naive* (خام) است در سطح خود تنها دارای *IgM* و *IgD* دارند و بعد از برخورد با آنتی ژن و فعال شدن و طی کردن مراحل تکامل در نهایت ممکن است تغییراتی در ژنوم آن ایجاد شود و سلول مولد *IgM* آنتی بادی *IgG* تولید کند منتها قسمت متغیر این *IgG* با *IgM* اولیه یکسان است و قسمت ثابت آنها متفاوت است. {جدول بالا باید به خاطر سپرده شود} دو کلاس (*IgA* و *IgG*) به دلیل تفاوت بخش *Fc* در آنها دارای زیر کلاس هستند. همه زیر کلاس ها عملکرد ویژه خود را دارند.

هریک از کلاس ها عملکرد خاصی دارند. مثلاً *IgA* جزء آنتی بادی های مهم ترشحی است که در مخاط دیده می شود و از اتصال میکروب هایی که از راه مخاط وارد می شوند به پوشش های مخاطی جلوگیری می کند *IgM* یکی از فعال کننده های مهم سیستم *complement* است و در پاسخ ایمنی ذاتی بسیار خوب عمل می کند. آنتی بادی های علیه آنتی ژن های گروه خونی هم از کلاس *IgM* هستند که می توانند به عنوان سیستم ایمنی ذاتی عمل کنند. *IgE* هم در ایجاد آلرژی ها فعال است.



- ❖ همه کولون ها تا زمانی که فعال نشده اند فقط در سطح خود IgM و IgD دارند، اما بعد از فعال و تکثیر شدن (گذر از G_0 و ورود به میتوز در چرخه سلولی) می توانند به سلول هایی تبدیل شوند که آن سلول ها می توانند IgG بسازند.
 - ❖ یک کولون نمی تواند هم IgG و هم IgM بسازد.
 - ❖ زنجیره سبک آنتی بادی ها در یک آنتی بادی یا از نوع K (کاپا) است یا از نوع λ (لاندا)، و امکان ندارد یکی از این زنجیره ها λ باشد و دیگری K ، چون عینا دو زنجیره یکسان اند.
- آنتی بادی ها می توانند به صورت متصل به غشا یا ترشحی باشند. آنتی بادی های متصل به غشا یک قسمت داخل غشایی و یک قسمت سیتوپلاسمی دارند. قسمت داخل سیتوپلاسمی بسیار کوتاه است به همین علت در کنار آن 2 مولکول کوچک به نام های $Ig-\alpha$ و $Ig-\beta$ وجود دارد. هنگامی که این مولکول به آنتی ژن متصل شود برای آنکه بتواند سیگنال را به درون سلول بفرستد و سلول را فعال کند به کمک $Ig-\alpha$ و $Ig-\beta$ نیاز دارد. این دو مولکول همانطور که در شکل مشخص است، در قسمت داخل سیتوپلاسمی دمی طولانی تر از آنتی بادی دارند. {اسلاید 11} هنگامی که آنتی بادی بخواد ترشح شود، قسمت داخل سیتوپلاسمی آن ساخته نمی شود.



(یک مولکول آنتی بادی می تواند به عنوان آنتی ژن عمل کند و با توجه به این خصوصیت به تفاوت های موجود در قسمت ثابت پی برده شده است. ولی مهم نیست:)

شاخص های آنتی ژنیک در آنتی بادی ها

هر مولکول آنتی بادی، آنتی ژنی است که دارای شاخص های آنتی ژنی است. شاخص های آنتی ژنی، به بخشی از مولکول آنتی ژن گفته می شود که توسط قسمت Fab آنتی بادی شناسایی می شود. آنتی ژن ها می توانند شاخص های آنتی ژنی متعددی داشته باشند، مثل یک باکتری که می تواند بیش از هزار شاخص آنتی ژنی داشته باشد. آنتی بادی ها هم شاخص های آنتی ژنیک دارند،



یعنی مثلا اگر آنتی بادی انسان جداسازی و به خرگوش تزریق شود، علیه شاخص های آنتی ژنی مختلف آنتی بادی ها، در خرگوش، آنتی بادی تولید می شود.

❖ این شاخص ها در آنتی بادی های مختلف متفاوت هستند.

سه نوع شاخص آنتی ژنی مختلف در آنتی بادی ها شناسایی می شود:

1- *Isotypic determinants*: این شاخص ها در قسمت ثابت زنجیره های سبک و سنگین وجود دارند. تفاوت

میان این شاخص های آنتی ژنی، کلاس ها و زیر کلاس ها در آنتی بادی ها را ایجاد می کنند. شاخص های ایزوتیپی از یک گونه به گونه دیگر متفاوت است. {شکل بالا}

2- *Allotypic determinants*: این شاخص ها نیز در قسمت ثابت زنجیره سبک و سنگین مشاهده می شوند و

از آنجا که می توانند در افراد مختلف متفاوت باشند، شاخص های اللی در آنتی بادی ها، تفاوت آنتی بادی ها بین افراد مختلف یک گونه را نشان می دهند. {شکل وسط}

3- *Idiotypic determinants*: این شاخص در قسمت متغیر زنجیره های سبک و سنگین وجود دارد. این

شاخص ها در آنتی ژن های مختلف متفاوت اند. {شکل پایین}

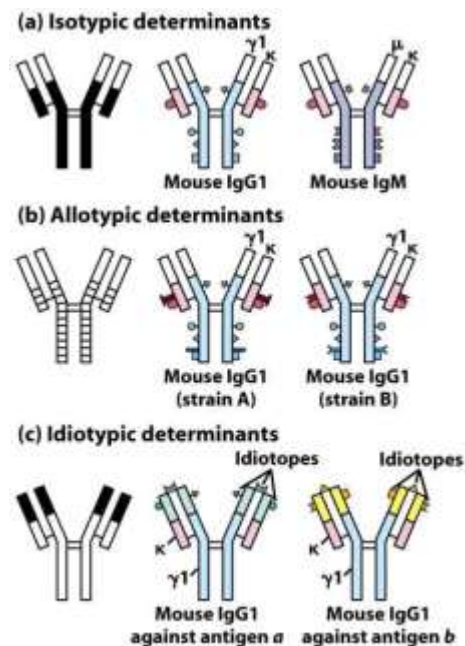


Figure 4-21
Kuby IMMUNOLOGY, Sixth Edition
© 2007 W. H. Freeman and Company

❖ نکته اضافی: در واکنش هایی که علیه پنوموکوک ها تولید می شوند چون آنتی بادی های پنوموکوک، قندی است و واکنش

های قندی به علت عدم ایجاد خاطره، واکنش های خوبی نیستند، از آنتی بادی های ضد شاخص های قندی استفاده می

کنند. آنتی بادی دیگر علیه قسمت متغیر آنتی بادی اول تولید می شود که تصویر آینه ای آن است.



فعالیت بیولوژیک قسمت Fc آنتی بادی ها:

فعالیت های بیولوژیک آنتی بادی ها به چهار دسته تقسیم بندی می شود:

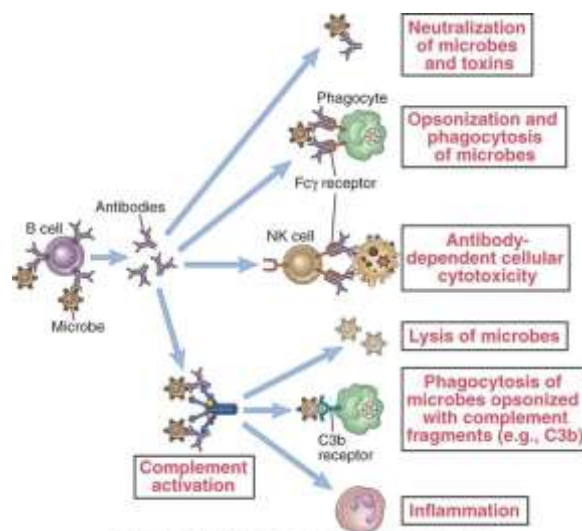
1-Neutralization: تنها فعالیتی که مربوط به قسمت *Fab* آنتی بادی ها می شود خنثی سازی است. این فعالیت در ویروس ها بیشتر کاربرد دارد. وقتی ویروس ها وارد بدن ما می شوند باید به سلول هدف متصل شوند تا آن را آلوده کنند. آنتی بادی ها شاخص های آنتی ژنی سطح ویروس را می پوشانند و اجازه نمی دهند که ویروس به سلول هدفش متصل شود. به این عمل خنثی سازی می گویند که در مورد توکسین ها و میکروب ها هم صدق می کند.

2-Opsonization: پوشیده شدن آنتی ژن با آنتی بادی، فاگوسیت شدن آن را بهتر می کند. این واژه در فارسی، تسهیل در فاگوسیتوز ترجمه شده است. هنگامی که آنتی بادی به آنتی ژن متصل می شود، کمپلکس های درشتی را ایجاد می کند که بهتر توسط فاگوسیت ها شناسایی می شوند. در سطح سلول فاگوسیت گیرنده هایی برای قسمت *FC* آنتی بادی وجود دارد. (این آنتی بادی در قسمت *Fab* به آنتی ژن متصل است) به این ترتیب آنتی بادی باعث اتصال آنتی ژن به فاگوسیت می شود و به عنوان *opsonine* عمل می کند.

❖ اتصال، نخستین مرحله فرآیند فاگوسیتوز است.

3-Complement activation: کمپلمان، یکی از پروتئین هایی است که در سرم وجود دارد و در واقع به شکل سیستمی از پروتئین ها متشکل از 30 پروتئین یافت می شود. این سیستم می تواند توسط آنتی بادی ها فعال شود و در ایمنی ذاتی ایفای نقش کند.

4-Antibody-Dependent Cell-mediated Cytotoxicity(ADCC): این عبارت به معنای کشتن سلول هدف به واسطه آنتی بادی است. در سطح *NK cells* برای قسمت *FC* آنتی بادی، گیرنده وجود دارد. *NK cells* توانایی بلع آنتی ژن به همراه آنتی بادی را ندارند. عملکرد *NK cells* به این صورت است که با اتصال آنتی بادی به آنها و فعال شدن، گرانول های خود را که حاوی مواد ضد میکروبی است روی سلول هدف خالی می کنند و به این ترتیب آن را از بین می برند.



© Elsevier. Abbas et al. Cellular and Molecular Immunology, 1st ed. www.elsevier.com



شکل اسلاید 14 کاملاً نشان می‌دهد که قسمت Fc آنتی بادی های مختلف، متفاوت است. این تفاوت سبب ایجاد کلاس های مختلف آنتی بادی می‌شود و موجب تفاوت در فعالیت بیولوژیک قسمت Fc این زیر کلاس ها می‌شود.

IgM

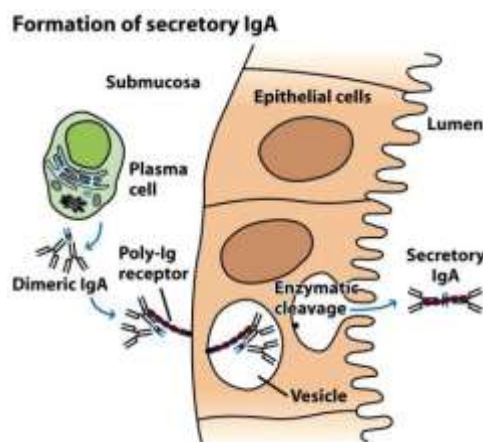
مولکول IgM در سطح سلول به صورت مونومر است اما در سرم به شکل پنتامر است و از اتصال 5 مولکول IgM ایجاد می‌شود. هر مولکول IgM دارای ده Fab است. این 5 مولکول به وسیله پیوند های دی سولفید در زنجیره J به هم متصل می‌شوند. زنجیره J یک پلی پپتید است که برای اتصال این مونومرها ضروری است. حدود 5-10 درصد سرم را مولکول های IgM تشکیل می‌دهد و IgG بیشترین کلاس آنتی بادی موجود در سرم است. {شکل اسلاید 15}

IgA

مولکول دیگری که هم در سرم و هم در ترشحات آنتی بادی وجود دارد IgA است. IgA می‌تواند به صورت تک پار، دوپار و سه پار یا دارای زیرواحد های بیشتر باشد. IgA_1 بیشتر به صورت مونومر است و در سرم دیده می‌شود اما IgA_2 دو پار (دایمر) است یا تعداد بیشتری زیرواحد دارد و بیشتر در ترشحات دیده می‌شود. IgA ها هم با پیوند دی سولفید و زنجیره J می‌توانند به هم متصل شوند. {اسلاید 16-سمت چپ}

IgA ترشعی چگونه ساخته می‌شود و با IgA سرم چه تفاوتی دارد؟

در زیر سلول های اپی تلیال مخاطی پلازما سل هایی وجود دارند که IgA را می‌سازند. این IgA به صورت دایمر از پلازما سل ترشح می‌شود. برای اینکه این IgA بتواند رد قسمت مجرای مخاطی قرار بگیرد به یک گیرنده در سطح سلول های اپی تلیال متصل می‌شود. به این گیرنده ها $poly-Ig$ receptor گفته می‌شود. مجموعه گیرنده با IgA دایمر به داخل سلول اپی تلیال داخلی ($internalize$) می‌شود و بعد وزیکول ایجاد شده به سطح مجرای سلول های اپی تلیال می‌رود و با سطح جوش می‌خورد یا اصطلاحاً $fuse$ می‌شود. سپس آنزیم هایی که در داخل وزیکول وجود دارند، گیرنده را از جایی نزدیک به پایه آن می‌شکنند، یعنی قسمتی از IgA ترشعی متصل می‌ماند و خارج می‌شود. به قسمتی از گیرنده که روی IgA باقی می‌ماند جزء ترشعی گفته می‌شود.



جزء ترشعی، IgA را نسبت به پروتئاز ها که در معده و روده به مقدار زیاد وجود دارند، مقاوم می‌کند.



علاوه بر IgM, IgA هم می تواند این مراحل را طی کند و در مخاط ترشح شود. IgG, IgE, IgD این توانایی را ندارند.

IgE

IgE به مقدار بسیار اندکی در سرم وجود دارد و در ازدیاد حساسیت ها نقش بسیار پررنگی ایفا می کند. این آنتی بادی می تواند به گیرنده هایش در سطح ماست سل ها متصل و باعث دگرانوله شدن آن ها شود.

IgD

IgD هم از مولکول هایی است که تاکنون عملکرد خاصی برای آن در نظر گرفته نشده است. فقط باید همراه IgM روی B cell های $naive$ وجود داشته باشد تا B cell بتواند به آنتی ژن پاسخ دهد.

IgG

همانطور که در جدول اسلاید 18 دیده می شود، IgG به ویژه IgG_1 کلا بیشترین مقدار را در سرم دارد و IgE از همه کمتر است. نیمه عمر IgG هم از همه انواع دیگر بیشتر است. در فعال کردن کمپلمان ها، کلاس ها و زیرکلاس ها نقش متفاوتی دارند. مثلا IgA و IgG_4 نمی توانند کمپلمان ها را فعال کنند اما IgG_1, IgG_2, IgG_3 و IgM این توانایی را دارند.

یکی از اعمال همه بخش FC این است که آنتی بادی را قادر به عبور از جفت می کند و به این ترتیب جنین را در برابر عوامل بیگانه حفظ می کند. IgG_2 به میزان کمتر و IgG_1 و IgG_3 و IgG_4 می توانند از جفت عبور کنند و بقیه نمی توانند.

❖ گیرنده هایی که در سطح سلول های فاگوسیت برای آنتی بادی ها وجود دارند فقط ویژه (بخش FC) IgG هستند.

❖ گیرنده هایی که در سطح جفت وجود دارد و سبب انتقال IgG از مادر به جنین می شود $Neonatal Fc$

$Receptor(FcRN)$ نامیده می شود.

تعریف اصطلاح $immunoglobulin super family$ هر مولکولی که ساختار دامین ($domain$) (تا شدگی های

شامل 110 اسید آمینه) را در ساختار خود داشته باشد جزء خانواده ایمونوگلوبولین ها قرار می گیرد. برای مثال $Ig-\alpha/Ig-\beta$

T cell, coreceptor ها و مولکول های MHC این دامین ها را دارند. (متاسفانه جدول مهمه و باید بلد باشیم).



	IgG1	IgG2	IgG3	IgG4	IgA1	IgA2	IgM [‡]	IgE	IgD
Molecular weight[†]	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000 – 600,000	150,000 – 600,000	900,000	190,000	150,000
Heavy-chain component	γ1	γ2	γ3	γ4	α1	α2	μ	ε	δ
Normal serum level (mg/ml)	9	3	1	0.5	3.0	0.5	1.5	0.0003	0.03
In vivo serum half-life (days)	23	23	8	23	6	6	5	2.5	3
Activates classical complement pathway	+	+/-	++	-	-	-	++	-	-
Crosses placenta	+	+/-	+	+	-	-	-	-	-
Present on membrane of mature B cells	-	-	-	-	-	-	+	-	+
Binds to Fc receptors of phagocytes	++	+/-	++	+	-	-	?	-	-
Mucosal transport	-	-	-	-	++	++	+	-	-
Induces mast cell degranulation	-	-	-	-	-	-	-	+	-

[†]Activity levels indicated as follows: ++ = high; + = moderate; +/- = minimal; - = none; ? = questionable.
[†]IgG, IgE, and IgD always exist as monomers; IgA can exist as a monomer, dimer, trimer, or tetramer. Membrane-bound IgM is a monomer, but secreted IgM in serum is a pentamer.
[‡]IgM is the first isotype produced by the neonate and during a primary immune response.

Table 4-4
 Kuby IMMUNOLOGY, Sixth Edition
 © 2007 W.H. Freeman and Company

پیروز و سربلند باشید

