

SARS-CoV-2 に対する早期中和抗体反応は IgA が優勢である

デルフィーヌ Sterlin 1 2 3, Alexis Mathian 1 4, Makoto 宮良 1 2, Audrey Mohr 1, François Anna 5 6, レティシア Claër 1, Paul Quentric 1, Jehane Fadlallah 1 4, エルヴェ Devilliers 7, パスカル Ghillani 2, Cary Gunn 8, Rick Hockett 8, Sasi Mudumba 8, アメリー Guihot 1 2, Charles-Edouard Luyt 9 10, Julien Mayaux 11, Alexandra Beurton 11 12, サルマ Fourati 13 14, Timotene Bruel 15 16 17, Olivier Schwartz 15 16 17, Jean-Marc Lacorte 10 13, Hans Yssel 1, Christophe Parizot 1 2, Karim Dorgham 1, Pierre Charneau 5 6, Zahir Amoura 1 4, Guy Gorochov 18 2

提携関係の拡大

- PMID:33288662
- PMCID:PMC7857408
- DOI:10.1126/scitranslmed.abd2223

無料の PMC 記事

抄録

液性免疫反応は、典型的には一次 IgM 抗体反応に続いて免疫記憶に関連し、IgG, IgA, および IgE で構成される二次抗体反応を特徴とする。ここでは、COVID-19 患者 159 人の血清、唾液、および気管支肺胞洗浄液中の抗体分泌細胞の頻度や SARS-CoV-2 特異的中和抗体の有無など、SARS-CoV-2 に対する急性体液性反応を測定した。初期の SARS-CoV-2 特異的な体液性応答は、IgA 抗体が優勢であった。粘膜ホーミング能を有する IgA 形質芽球の末梢での増殖が、症状出現直後に検出され、第 3 週目にピークを迎えた。ウイルス特異的抗体応答には IgG, IgM および IgA が含まれていたが、IgA は IgG に比べてウイルス中和に大きく寄与していた。血清中の特異的 IgA 濃度は症状出現の 1 カ月後に顕著に低下したが、中和 IgA は唾液中でより長期間検出され続けた(症状出現後 49~73 日目)。これらの結果は、再感染に対する最適な防御に関連する抗体の種類や、ワクチンレジ

メンでは強力であるが潜在的に短期間の IgA 反応を標的とすることを考慮すべきかどうかについて新たな情報が得られていることを考慮すると、極めて重要な知見である。

Copyright©2021 The Authors,some rights reserved.独占的ライセンスアメリカ科学振興協会。オリジナルの米国政府著作物に対する権利はない。Creative Commons Attribution License 4.0(CC BY)の下で配布されている。

図

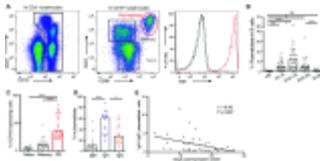


図 1.SARS-CoV-2 感染後の形質芽細胞動態

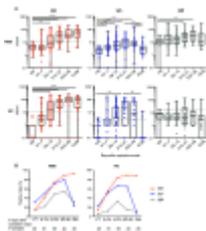


図 2.SARS-CoV-2 に対する抗体反応動態

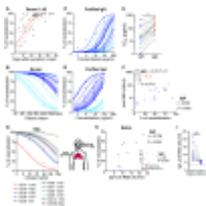


図 3.血清、BAL の中和活性...

類似の記事

- [二量体 IgA による SARS-CoV-2 中和反応の亢進](#)

Wang Z,ロレンツイ JCC,Muecksch F,Finkin S,Viant C,Gaebler C,チポーラ M,Hoffmann HH,Oliveira TY,Oren DA,Ramos V,Nogueira L,Michailidis E,Robbiani DF,Gazumyan A,Rice CM,Hatziioannou T,Bieniasz PD,Caskey

M,Nussenzweig MC.Sci Transl Med.2021 年 1 月 20 日;13 日
(577):eabf1555.doi:10.1126/scitranslmed.abf1555.Epub 2020 Dec
7.PMID:33288661 Free PMC article.

- [ヒト血清検体から得た SARS-CoV-2 結合\(IgG,IgM,IgA\)と中和抗体の比較分析](#)

マツイーニ L,Martinuzzi D,Hyseni I,Benincasa L,Molesti E,Casa E,Lapini G,Piu P,
トロンベッタ CM,Marchi S,ラザノ I,マネンティ A,Montomoli E.J 免疫法 2021 年 2
月;489:112937。doi:10.1016/j.jim.2020.112937.Epub 2020 Nov
28.PMID:33253698 Free PMC article.

- [ブラジルにおける回復期血漿中の SARS-CoV-2 抗体のスクリーニング:任意の回復期ドナープログラムから得られた予備的な教訓。](#)

Wendel S,Kutner JM,Machado R,Fontão-Wendel R,Bub C,Fachini R,Yokoyama
A,カンデラリア G,坂下 A,Achkar R,Hamerschlak N,Scuracchio P,ジョアン・ジュステ
ィノ・アマラウ・ドス・サントス M,Dal Ben M,アラウジヨ D,Soares C,カマルゴ A,Kallás
E,Durigon E,Reis LF,Rizzo LV.輸血 2020 年 12 月;60(12):2938-2951。
doi:10.1111/trf.16065。Epub 2020 Sep 16.PMID:32935877 Free PMC article.

- [SARS-CoV-2 感染症における IgA 抗体と IgA 欠損症](#)

クインティ I,Mortal EP,Fernandez サリナス A,Milito C,Carsetti R.Front Cell
Infection Microbiol.2021 年 4 月 6
日;11:655896.doi:10.3389/fcimb.2021.655896.eCollection 2021.PMID:33889552
Free PMC article.復習

- [SARS-CoV-2 に対する液性免疫と COVID-19 の発生機序への影響](#)

Lee E,Oh JE.Mol Cells.2021 年 6 月 30 日;44(6):392-400。
doi:10.14348/molcells.2021.0075.PMID:34059562 Free PMC article.復習

類似する全ての記事を参照

292 件の論文で引用されている

- [硬骨魚類は、粘膜免疫応答を誘発する古代の空気で満たされた器官である浮き袋を泳ぐ。](#)

Yu Y,Huang Z,Kong W,Dong F,Zhang X,翟 X,Cheng G,湛 M,Cao J,Ding L,Han G,Takizawa F,Ding Y,ウリオル Sunyer J,Xu Z.Cell Discov.2022 年 4 月 5 日;8 日(1):31.doi:10.1038/s41421-022-00393-3.PMID:35379790

- [SARS-CoV-2 ワクチン接種と時間的に関連した糸球体疾患:一連の 29 症例](#)

Caza TN,Cassol CA,Messas N,Hannoudi A,Haun RS,Walker PD,May RM,Seipp RM,Betchick EJ,Amin H,Ziadie MS,Haderlie M,Eduwu Okwuwa J,Vancea I,Seek M,Elashi EB,Shenoy G,Khalillullah S,Flaxenburg JA,Brandt J,Diamond MJ,Frome A,Kim EH,Schlessinger G,Ulozas E,Weatherspoon JL,Hoerschgen ET,Fabian SL,Bae SY,Iqbal B,Chouhan KK,カラム Z,Henry JT,Larsen CP.Kidney360.2021 年 9 月 16 日;2(11):1770-1780。doi:10.34067/KID.0005372021。eCollection 2021 Nov 25.PMID:35372991 Free PMC article.

- [抗体、B 細胞および Fc 受容体の相互作用を活用して結核における不均一な免疫応答を理解する](#)

Carpenter SM,Lu LL.Front Immunol.2022 年 3 月 17 日;13:830482。doi:10.3389/fimmu.2022.830482.eCollection 2022.PMID:35371092 Free PMC article.復習

- [SARS-CoV-2 感染に関連する併存症と臨床的合併症:概要](#)

Gupta A,Marzook H,Ahmad F.Clin Exp Med.2022 年 4 月 1 日:1-19.doi:10.1007/s10238-022-00821-4 を参照)。Online ahead of print.PMID:35362771 Free PMC article.復習

- [COVID-19 重症患者における地方病性コロナウイルスのスパイクタンパク質に対する血清 IgG および分泌型 IgA の異種免疫応答](#)

Smit WL,van Tol S,van der Wal S,van Vulpen F,la Grouw S,van Lelyveld L,Limonard G,Bossink A,Godeke GJ,Shrestha S,Reimerink J,Eggink D,Reusken C,Heron M,Thijssen S.Front Immunol.2022 年 3 月 9 日;13:839367.doi:10.3389/fimmu.2022.839367.eCollection 2022.PMID:35355988 Free PMC article.

「引用文献」の全ての記事を参照

参考文献

- 1.

0. Su S.,Wong G.,Shi W.,Liu J.,Lai A.C.K.,Zhou J.,Liu W.,Bi Y.,Gao G.F.,Epidemiology,genetic recombination,and pathogenesis of coronaviruses.トレンド Microbiol.24,490-502(2016).-PMC-PubMed
2.
 0. Q.-X.,Liu B-Z.,Deng H.-J.,Wu G.-C.,Deng K.,Chen Y.-K.,Liao P.,Qiu J.-F.,Lin Y.,Cai X.-F.,Wang D-Q.,Hu Y.,Ren J.-H.,Tang N.,Xu Y.-Y.,Yu L.-Q.,Mo Z.,Gong F.,Zhang X.-L.,Xiang J.-L.,Du H-X.,Liu H.-W.,Xiang J.-L.,Du H-X.,Zhou Z.,Zhu M.-M.,Wang J.,Xue C.-J.,Li X.-F.,Wang L.,Li Z.-J.,Wang D-C.,Zhang F.,Liu P.,Yuan J.-L.,Li Q.,Li Q.-L.,Chen J.,Huang A.-L.,COVID-19 患者における SARS-CoV-2 に対する抗体反応 Nat.Med.26,845-848(2020).-PubMed
3.
 0. Guo L.,Ren L.,Yang S.,Xiao M.,Chang D.,Yang F.,dela Cruz C.S.,Wang Y.,Wu C.,Xiao Y.,Zhang L.,Han L.,Dang S.,Xu Y.,Yang Q.-W.,Xu S.-Y.,Zhu H-D.,Xu Y.-C.,Jin Q.,Sharma L.,Wang L.,Wang J.,Profiling early humoral response to diagnosis novel coronavirus disease(COVID-19)。クリン感染する。Dis.71,778-785(2020)。-PMC-PubMed
4.
 0. Okba N.M.A.,Müller M.A.,Li W.,Wang C.,GeurtsvanKessel C.H.,Corman V.M.,Lamer M.M.,Sikkema R.S.,デブルイン E.,Chandler F.D.,Yazdanpanah Y.,Le Hingrat Q.,Descamps D.,Houhou-Fidouh N.,Reusken C.B.E.M.,Bosch B-J.,Drosten C.,Koopmans M.P.G.,Haagmans B.L.,Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2-specific antibody responses in coronavirus disease patients.爆発感染する。Dis 26,1478-1488(2020)。-PMC-PubMed
5.
 0. マザネック M.B.,クードレ C.L.,Fletcher D.R.,Intracellular neutralization of influenza virus by immunoglobulin A anti-hemagglutinin monoclonal antibodies.J.ビロール 69,1339-1343(1995)。-PMC-PubMed
6.
 0. マザネック M.B.,Kaetzel C.S.,Lamm M.E.,Fletcher D.,Peterra J.,Nedrud J.G.,「IgA モノクローナル抗体によるセンダイウイルス及びインフルエンザウイルスの細胞内中和」Adv.Exp.Med.Biol.371A,651-654(1995).-PubMed
7.
 0. Planque S.,Salas M.,光田 Y.,Sienczyk M.,Escobar M.A.,Mooney J.P.,Morris M.-K.,Nishiyama Y.,Ghosh D.,Kumar A.,Gao F.,Hanson C.V.,Paul S.,HIV 感染の長期生存者から得た gp 120-CD 4 結合部位に対する IgA 抗体による

遺伝的に多様な HIV-1 株の中和。AIDS 24 型、875~884 型(2010)。-PMC-PubMed

8.

0. デヴィット C, Hinkula J., カウル R., Lopalco L., Bwayo J.J., プラマー F., クレリチ M., Broliden K., HIV に暴露した血清反応陰性の個人から採取した粘膜および血漿中の IgA は、HIV-1 の一次分離株を中和する。AIDS 14, 1917-1920(2000)。-PubMed

9.

0. Liew F.Y., Russell S.M., Appleyard G., Brand C.M., Beale J., 呼吸経路により A 型インフルエンザウイルスに感染させたマウスにおける交差防御は、血清抗体や細胞傷害性 T 細胞の反応性よりもむしろ局所 IgA 抗体と相関する。Eur.J.Immunol.14, 350-356(1984)。-PubMed

10.

0. 旭-尾崎 Y., 吉川 T., 岩倉 Y., 鈴木 Y., 田村 S.-i., 倉田 T., 佐田 T., 分泌型 IgA 抗体は、B 型インフルエンザウイルスの異なる株による感染に対する交差防御を提供する。J.Med.Virol.74, 328-335(2004)。-PubMed

11.

0. 藍内 A, Tamura S.-I, Suzuki T., van Riet E., Ito R., 小田切 T., Tashiro M., Kurata T., Hasegawa H., 不活化全インフルエンザウイルスワクチンによる鼻腔内接種は、健康成人の血清および鼻汁中に強い抗体反応を誘発する。うーん、ワクチンね。免疫その他。9, 1962-1970(2013)。-PMC-PubMed

12.

0. R.H., Zakhartchouk A.N., Petric M., Lawrence D.J., Mok C.P.Y., Hogan R.J., Rowe T., Zitzow L.A., カルナカラン K.P., HITT M.M., Graham F.L., Prevec L., Mahony J.B., Sharon C., Auperin T.C., Rini J.M., Tingle A.J., Scheiffle D.W., Skowronski D.M., Patrick D.M., Voss T.G., Babiuk L.A., Gauldie J., ローパー R.L., Brunham R.C., フィンレイ B.B., SARS コロナウイルスを接種したマウスにおける 2 つの重症急性呼吸器症候群(SARS)ワクチン候補の比較評価を参照。J.Gen.Virol.87, 641-650(2006)。-PubMed

13.

0. Kim M.H, Kim H.J., Chang J., MERS コロナウイルスの全長スパイクタンパクを発現させた組換えアデノウイルスベースのワクチンによる鼻腔内免疫により誘導された優れた免疫応答。PLOS ONE 14, e0220196(2019)。-PMC-PubMed

14.

0. Fink K., 急性ウイルス感染時の循環血中の形質芽球の起源と機能正面。Immunol.3, 78(2012)。-PMC-PubMed

15.

0. 上皮免疫および疾患の調節における熊 N.,Fu Y.,Hu S.,Xia M.,Yang J.,CCR10 およびそのリガンド。たん白質細胞 3,571-580(2012).-PMC-PubMed
- 16.
0. Mei H.E.,Yoshida T.,Sime W.,Hiepe F.,シール K.,Manz R.A.,Radbruch A.,Dörner T.,Blood borne human plasma cells in steady state は粘膜免疫応答に由来する。血液 113,2461-2469(2009)。-PubMed
- 17.
0. Thevarajan I.,Nguyen T.H.O.,Koutsakos M.,Druce J.,Caly L.,van de Sandt C.E.,Jia X.,Nicholson S.,Catton M.,Cowie B.,Tong S.Y.C.,Lewin S.R.,Kedzierska K.,Breadth of concurrent immune responses prior to patient recovery:A case report of non-severe COVID-19.Nat.Med.26,453-455(2020).-PMC-PubMed
- 18.
0. 宮良 M.,Charuel J.-L.,Mudumba S.,Wu A.,Ghillani-Dalbin P.,Amoura Z.,Burlingame R.W.,Musset L.,患者に近い検査条件で結合組織疾患を診断するための自己抗体を全血中に検出する。PLOS ONE 13,e0202736(2018).-PMC-PubMed
- 19.
0. Mudumba S.,de Alba S.,Romero R.,Cherwien C.,Wu A.,Wang J.,グリーソン M.A.,Iqbal M.,Burlingame R.W.,フォトニックリング共鳴は、リアルタイムで多重免疫測定を行うための汎用プラットフォームである。J.Immunol.方法 448,34-43(2017).-PubMed
- 20.
0. Grzelak L.,Temmam S.,Planchais C.,Demeret C.,Tondeur L.,Huon C.,Guivel-Benhassine F.,Staropoli I.,Chazal M.,Dufloo J.,Planas D.,Buchrieser J.,ラジヤー M.M.,Robinot R.,Porrot F.,Albert M.,Chen K.-Y.,Crecenzo-Chaigne B.,Donati F.,Anna F.,Souque P.,Gransagne M.,Bellalou J.,Nowakowski M.,Backovic M.,Bouadma L.,Le フェーブル L.,Le Hingrat Q.,Descamps D.,Pellerin-Fernandes S.,Cheny O.,Ungeheuer M.-N.,Mellon G.,モレル P.,ローランド S.,Rey F.A.,Behillil S.,Enouf V.,ルメートル A.,Créach M.-A.,Petres S.,Escriou N.,Charneau P.,Fontanet A.,法演 B.,Bruehl T.,Eloit M.,Mouquet H.,Schwartz O.,van der Werf S.,The comparison of 4 serologic assays for antiSARS-CoV-2 antibody in human serum samples in the different population.Sci.Ext.Besombes LaouénanMed.12,eabc3103(2020).-PMC-PubMed
- 21.

0. Buchrieser J.,Dufloo J.,Hubert M.,Monel B.,Planas D.,ラジャー M.M.,Planchais C.,Porrot F.,Guivel-Benhassine F.,Van der Werf S.,Casartelli N.,Mouquet H.,Bruel T.,Schwartz O.,SARS-CoV-2 感染細胞による合胞体形成。EMBO J.39,e106267(2020).-PMC-PubMed
22.
 0. ブラン D.H.,ツカハラ T.,ヴァインレイブ C.,リポフセック M.,ヴァンデンベルゲ K.,ゴング B.,チャンス R.,マコーリーI.C.,チョウ H.-J.,フレッチャーR.B.,ダース D.,ストリート K.,de Bezieux H.R.,Choi Y.-G.,Risso D.,Dudoit S.,Purdom E.,Mill J.S.,Hachem R.A.,松並 H.,Logan D.W.,Goldstein B.J.,グラブ M.S.,ンガイ J.,Datta S.R.,嗅覚系における SARS-CoV-2 侵入遺伝子の非ニューロン性発現は、COVID-19 関連嗅覚脱失の根底にある機序を示唆する。Sci.Adv.6,eabc5801(2020).-PubMed
23.
 0. L.Fodouliau,J.Tuberosa,D.Rossier,B.N.ランディス、A.カールストン、I.Rodriguez,SARS-CoV-2 の受容体および侵入遺伝子は、ヒト嗅上皮の支持細胞に発現している。bioRxiv 2020.03.31.013268[プレプリント].2020 年 4 月 2 日。10.1101/2020.03.31.013268.-DOI
24.
 0. Reynolds H.Y.,Immunoglobulin G and its function in the human respiratory tract.Mayo Clin.Proc.63,161-174(1988).-PubMed
25.
 0. Waldman R.H.,ジュールゲンセン P.F.,Olsen G.N.,Ganguly R.,Johnson J.E.III,Immune response of the human respiratory tract.I.免疫グロブリン値とインフルエンザワクチン抗体反応 J.Immunol.111 年、38-41(1973)。-PubMed
26.
 0. Ejemel M.,Li Q.,Hou S.,Schiller Z.A.,Tree J.A.,Wallace A.,Amcheslavsky A.,Kurt ユルマズ N.,Buttigieg K.R.,エルモア M.J.,Godwin K.,Coombs N.,トウミーJ.R.,Schneider R.,Ramchetty A.S.,Close B.J.,Chen D.-Y.,Conway H.L.,Saeed M.,Ganesa C.,Carroll M.W.,Cavacini L.A.,Klempner M.S.,Schiffer C.A.,Wang Y.,交差反応性ヒト IgA モノクローナル抗体は、SARS-CoV-2 スパイク-ACE 2 相互作用を遮断する。ナット・コマン 11,4198(2020)。-PMC-PubMed
27.
 0. Boehm M.K.,Woof J.M.,Kerr M.A.,Perkins S.J.,IgA1 の Fab 及び Fc フラグメントは IgG とは異なる配列を示す:A study by X 線及び中性子溶液散乱並びにホモロジーモデリング。J.Mol.Biol.286,1421-1447(1999).-PubMed
- 28.

0. Muramatsu M.,Yoshida R.,Yokoyama A.,Miyamoto H.,梶原 M.,Maruyama J.,Nao N.,Manzoor R.,Takada A.,Comparison of antiviral activity between IgA and IgG for influenza virus hemagglutinin:Increased potential of IgA for heterosubtypical immunity.PLOS ONE 9,e85582(2014).-PMC-PubMed
- 29.
0. Wec A.Z.,Wrapp D.,Herbert A.S.,Maurer D.P.,Haslwanter D.,Sakharkar M.,ジャングラ R・K,Dieterle M.E.,Lilov A.,Huang D.,Tse L.V.,Johnson N.V.,Hsieh C.-L.,Wang N.,Nett J.H.,チャンプニーE.,Burnina I.,Brown M.,Lin S.,Sinclair M.,Johnson C.,Pudi S.,Bortz R.III,Wirchnianski A.S.,Laudermilch E.,フロレス C.,Fels J.M.,O'Brien C.M.,Graham B.S.,Nemaze D.,Burton D.R.,Barry R.S.,Voss J.E.,Chandran K.,Dye J.M.,マクレラン J.S.,Walker L.M.,SARS 関連ウイルスに対するヒトモノクローナル抗体による広範な中和。Science 369、731-736(2020)。(PMC-PubMed)
- 30.
0. Wang Z.,ロレンツイ J.C.C.,Muecksch F.,Finkin S.,Viant C.,Gaebler C.,チポーラ M.,Hoffmann H-H.,Oliveira T.Y.,Oren D.A.,Ramos V.,Nogueira L.,Michailidis E.,Robbiani D.F.,Gazumyan A.,Rice C.M.,Hatzioannou T.,Bieniasz P.D.,Caskey M.,Nussenzweig M.C.,Enhanced SARS-CoV-2 neutralization by dimielgA.Sci.Trans.Med.13,eabf1555(2021)。(PMC-PubMed)
- 31.
0. Burnett D.,Immunoglobulins in the lung.(肺における免疫グロブリン)胸部 41,337-344(1986)。(PMC-PubMed)
- 32.
0. Stockley R.A.,Mistry M.,ブラッドウェル A.R.,Burnett D.,A study of plasma proteins in the sol phase of tum atum from patients with chronic bronchitis.胸部 34,777-782(1979)。(PMC-PubMed)
- 33.
0. イベシエン R.,Snir O.,Stensland M.,Kroll J.E.,SteinsbøØ.,Korponay-サボー I.R.,Lundin K.E.A.,デ・ソウザ G.A.,Sollid L.M.,形質細胞の起源が異なるにもかかわらず、血清 IgA と腸管 IgA の間に強いクローン関連性が認められる。細胞数 20、2357-2367(2017)。(PMC-PubMed)
- 34.
0. Bunker J.J.,Erickson S.A.,Flynn T.M.,Henry C.,コヴァル J.C.,Meisel M.,Jabri B.,Antonopoulos D.A.,Wilson P.C.,Bendelac A.,天然の多反応性 IgA 抗体腸内微生物叢を覆う。Science 358 年、eaan6619 年(2017)。(PMC-PubMed)

- 35.
0. Dullaers M.,Li D.,Xue Y.,Ni L.,Gayet I.,Morita R.,Ueno H.,Palucka K.A.,Banchereau J.,Oh S.,A T cell-dependent mechanism for the induced of human mucosal homing immunoglobulin A-secreting plasmablast.免疫 30,120-129(2009).-PMC-PubMed
- 36.
0. Nayama T.,Hieshima K.,Izawa D.,Tatsumi Y.,金丸 A.,Yoshie O.,Cutting edge:ヒト形質細胞上のケモカイン受容体発現プロファイルが標的組織への効率的な動員の原因となっている。J.Immunol.170 年、1136~1140 年 (2003 年)。-PubMed
- 37.
0. Mora J.R.,Iwata M.,Eksteen B.,Song S.-Y.,Junt T.,Senman B.,Otipoby K.L.,Yokota A.,Takeuchi H.,Ricciardi-Castagnoli P.,Rajewski K.,Adams D.H.,von Andrian U.H.,腸樹状細胞による腸ホーミング IgA 分泌 B 細胞の産生 Science 314、1157-1160(2006)。-PubMed
- 38.
0. Lin M.,Du L.,Brandtzaeg P.,Pan-ハマシユトロム Q.,IgA サブクラスは、ヒト粘膜および全身の免疫コンパートメントにおける組換えを切り替える。Mucosal Immunol.7,511-520(2014).-PubMed
- 39.
0. He B.,Xu W.,サンティニ P.A.,Polydorides A.D.,Chiu A.,エストレリヤ J.,Shan M.,Chadburn A.,Villanacci V.,プレバニ A.,Knowles D.M.,Rescigno M.,セルツァー A.,腸内細菌は、上皮細胞からのサイトカイン APRIL の分泌を誘導することにより、T 細胞非依存性免疫グロブリン A2 クラススイッチングを誘発する。免疫 26,812-826(2007).-PubMed
- 40.
0. Berkowska M.A.,ドリーセン G.J.A.,Bikos V.,Grosserichter-ワゲナー C.,Stamatopoulos K.,セルツァー A.,He B.,ビアマン K.,ランゲ J.F.,ファンデルバーク M.,ファンドンゲン J.J.M.,ファン Zelm M.C.,ヒトメモリーB 細胞は、胚中心依存性および非依存性の 3 つの異なる成熟経路に由来する。血液 118,2150-2158(2011)。-PMC-PubMed
- 41.
0. Ju B.,Zhang Q.,Ge J.,Wang R.,Sun J.,Ge X.,Yu J.,Shan S.,Zhou B.,Song S.,Tang X.,Yu J.,Lan J.,Yuan J.,Wang H.,Zhao J.,Zhang S.,Wang Y.,Shi X.,Liu L.,Zhao J.,Wang X.,Zhang Z.,Zhang L.,Human 中和抗体 induced by SARS-CoV-2 infection.自然 584,115-119(2020).-PubMed
- 42.

0. Shi R.,Shan C.,Duan X.,Chen Z.,Liu P.,Song J.,Song T.,Bi X.,Han C.,Wu L.,Gao G.,Hu X.,Zhang Y.,Tong Z.,Huang W.,Liu W.J.,Wu G.,Zhang B.,Wang L.,Qi J.,Feng H.,Wang F.-S.,Wang Q.,Gao G.F.,Yuan Z.,Yan J.,ヒト中和抗体は、SARS-CoV-2 の受容体結合部位を標的とする。自然 584,120-124(2020).-PubMed
- 43.
0. Lu X.,Zhang L.,Du H.,Zhang J.,Li Y.Y.,Qu J.,Zhang W.,Wang Y.,Bao S.,Li Y.,Wu C.,Liu H.,Liu D.,Shao J.,Peng X.,Yang Y.,Liu Z.,Xiang Y.,Zhang F.,Silva R.M.,Pinkerton K.E.,Shen K.,Xiao H.,Xu S.,Wong G.W.K.;Chinese Pediatric Novel Coronavirus Study Team,SARS-CoV-2 infection in children.N.Engl.J.Med.382,1663-1665(2020).-PMC-PubMed
- 44.
0. Zimmermann P.,Curtis N.,Coronavirus infections in children including COVID-19:An overview of the epidemiology,clinical features,diagnosis,treatment and prevention options in children.Pediatr. 感染する。Dis.J.39,355-368(2020).-PMC-PubMed
- 45.
0. Sterlin D.,Fadlallah J.,Adams O.,Fieschi C.,Parizot C.,Dorgham K.,Rajkumar A.,Autaa G.,El-Kafsi H.,Charuel J.-L.,Juste C.,Jönsson F.,Candela T.,Wardemann H.,Aubry A.,Capito C.,Brisson H.,Tresallet C.,Cummings R.D.,Larsen M.,Yssel H.,von Gunten S.,Gorochov G.,ヒト IgA は、多様な共生菌と結合する。J.Exp.Med.217,e20181635(2020).-PMC-PubMed
- 46.
0. M.Norman,T.Gilboa,A.F.Ogata,A.M.Malay,L.Cohen,Y.Cai,J.Zhang,J.E.Feldman,B.M.Hauser,T.M.Caradonna,B.Chen,A.G.Schmidt,G.Alter,R.C.Charles,E.T.Ryan,D.R.Walt,COVID-19 患者の早期セロコンバージョンを検出するための抗 SARS-CoV-2 抗体の超高感度高分解能プロファイリング medRxiv 2020.04.28.20083691.(2020).
- 47.
0. Yu H-q.,Sun B-q.,Fang Z.-f.,Zhao J.-c.,Liu X.-y.,Li Y.-m.,Sun X.-z.,Liang H-f.,Zhong B.,Huang Z.-f.,Zheng P.-y.,Tian L.-f.,Qu H-q.,Liu D-c.,Wang E-y.,Xiao X.-j.,Li S.-y.,Ye F.,Guan L.,Hu D-s.,Hakonarson H.,Liu Z.-g.,Zhong N.-s.,COVID-19 患者における SARS-CoV-2 特異的 IgA 反応の明確な特徴 Eur.Respir.J.56,2001526(2020).-PMC-PubMed
- 48.
0. イグレスィアス M.C,Mollier K.,Beiignon A.S.,Souque P.,Adotevi O.,Lemonnier F.,Charneau P.,HIV-1 ポリエピトープをコードするレンチウイ

ルスベクターは、in vivo で幅広い CTL 応答を誘導する。その他 15,1203-1210(2007)。-PubMed