

## Big Data y medicina de precisión: una visión general hacia el futuro

Walter Masson 

*Jefe de Prevención Cardiovascular, Hospital Italiano.  
Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.*

*Acta Gastroenterol Latinoam 2023;53(3):203-206*

*Recibido: 21/08/2023 / Aceptado: 21/09/2023 / Publicado online: 30/09/2023 / <https://doi.org/10.52787/agl.v53i3.345>*

A diferencia del enfoque "un talle único para todos", la medicina de precisión utiliza la información médica (incluyendo la genética), conductual y ambiental de una persona para individualizar aún más su atención. Esto podría conducir a la mejor predicción de la enfermedad de una persona en riesgo y al diagnóstico y tratamiento más eficaz cuando la afección estuviera presente. Los grandes datos permiten mucha más precisión y adaptación de lo que nunca antes fue posible mediante la vinculación de diversos conjuntos de datos que revelan correlaciones y vías causales hasta ahora desconocidas. Pero también se plantean cuestiones éticas relacionadas con el

equilibrio de intereses, la viabilidad del anonimato, las implicancias familiares y de grupo, así como la discriminación genética.

Factores de comportamiento y estilo de vida (como la dieta, las actividades diarias, incluso el uso de las redes sociales) interactúan con factores genéticos para causar enfermedades. Esto significa que los datos relacionados con el estilo de vida también contienen información sobre los determinantes clave del riesgo para muchas de las enfermedades crónicas comunes que aquejan a las sociedades modernas. Estos factores de comportamiento pueden interactuar con factores biológicos y causar enfermedades. El acceso a los datos relacionados con esos factores conductuales no sólo permite una mejor comprensión de los efectos biológicos, sino también identificar cambios de comportamiento que pueden mitigar los efectos de las variantes biológicas en la susceptibilidad a la enfermedad.

El término genérico "macrodatos" o "Big Data" se refiere al conjunto de datos estructurados y no estructurados que, por ser extremadamente grande y complejo, no permite la recopilación, procesamiento, almacenamiento y análisis según los métodos tradicionales.<sup>1</sup> En otras palabras, esta gran cantidad de información sólo se puede procesar y analizar mediante el uso de nuevas herramientas tecnológicas y digitales.

Algunas de las principales características del concepto "Big Data" son el volumen (enorme cantidad de datos), la velocidad (crecimiento continuo y exponencial de la

---

**Correspondencia:** Walter Masson  
Correo electrónico: [walter.masson@hospitalitaliano.org.ar](mailto:walter.masson@hospitalitaliano.org.ar)

información), la variedad (datos de diferentes fuentes de información, alta complejidad), la veracidad (fuentes de información confiables) y el valor agregado (generación de nuevas oportunidades de desarrollo).<sup>2-3</sup> El avance de la tecnología y la informática ha permitido procesar estos macrodatos, buscando tendencias o patrones en la información analizada, con el objetivo de responder preguntas originadas en diferentes disciplinas.

Las tecnologías avanzadas desarrolladas para Big Data han impulsado su aplicación en muchas áreas, como la lucha contra el crimen y cuestiones relacionadas con la inseguridad, la administración empresarial, las finanzas, el Sistema de Posicionamiento Global (GPS), el comercio, el turismo, la meteorología, la biología o el medio ambiente, entre otras.<sup>4</sup> Por otro lado, las aplicaciones de Big Data en las ciencias de la salud en general, y en la medicina en particular son múltiples, abarcando prácticamente todos los ámbitos: genómica, epidemiología, ensayos clínicos, algoritmos diagnósticos y pronósticos, telemedicina, gestión administrativa, etc. Es decir, la aplicabilidad es infinita e incluye cuestiones relacionadas con la investigación, la docencia y las tareas asistenciales. La fuente de datos médicos sobre los que podríamos aplicar técnicas analíticas de Big Data son muy variados, desde datos personales y socioeconómicos, características clínicas, información administrativa hasta datos relacionados con los estudios complementarios de laboratorio o imágenes. La información que surge luego de analizar los datos con técnicas de Big Data permiten optimizar la práctica médica, haciéndola más “personalizada” o “centrada en el paciente”.<sup>5</sup> En ese sentido, el análisis de los macrodatos permite “modelar” al paciente y ofrecerle a cada individuo lo que mejor se adapte a sus características personales. Adicionalmente, las aplicaciones de Big Data podrían hacer que la medicina sea más participativa.<sup>6</sup> Con la información generada, el paciente puede participar activamente en las decisiones relacionadas con su salud, facilitando, entre otras cosas, una mejor adherencia a los tratamientos.

Otros dos escenarios en los que se aplican las técnicas analíticas de Big Data son la medicina preventiva y la medicina predictiva, mucho más tangibles para el médico general. En el primer caso, podemos citar como ejemplos la posibilidad de realizar más efectivamente la vigilancia de brotes epidémicos, situaciones de emergencia sanitaria, farmacovigilancia<sup>7-8</sup> o el desarrollo de mejores campañas de salud pública, desde la vacunación a la prevención de la obesidad o las conductas suicidas.<sup>9-11</sup> En el segundo caso, partiendo del análisis basado en las técnicas de Big Data, pueden crearse modelos predictivos

más precisos, como por ejemplo para estimar el riesgo de presentar una emergencia cardiovascular, hospitalizarse, o tener una buena o mala evolución luego de un diagnóstico oncológico.<sup>12-14</sup>

Finalmente, deberían tenerse en cuenta algunas preocupaciones vinculadas a las técnicas de Big Data. En este contexto es importante considerar ciertas cuestiones metodológicas al momento de interpretar la información, como los sesgos de registro y asociación. Asimismo, deben contemplarse algunas cuestiones éticas, como la privacidad de los pacientes.<sup>15</sup>

En el ejemplo que mostramos a continuación evaluaremos la evidencia a partir de la información provista por Big Data.

### Ejemplo

Una cuestión muy importante de la práctica clínica habitual es la relación existente entre la enfermedad por reflujo gastroesofágico (ERGE) y los denominados síntomas extraesofágicos. Mucho se ha dicho de la relación entre la ERGE y las exacerbaciones de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), aunque aún es controvertida. Estudios previos han demostrado que los pacientes con ERGE y EPOC coexistentes tienen peor calidad de vida y dificultad para respirar más severa que aquellos con EPOC, pero sin ERGE. Además, se ha sugerido que la ERGE sería un factor de riesgo de exacerbación aguda. Aún es más controvertida la utilización de inhibidores de la bomba de protones (IBP) para evitar las exacerbaciones agudas en pacientes con EPOC.

En el siguiente ejemplo se analizan los efectos del tratamiento de la ERGE con IBP en el riesgo de las exacerbaciones agudas y neumonía en pacientes con EPOC sobre la base del siguiente estudio científico: *Respir Res.* 2023 Mar 11;24(1):75. Se trata de un estudio en el que se utiliza una gran base de datos poblacional que cuenta con información referente a los diagnósticos médicos y los tratamientos instaurados.

El objetivo del estudio fue evaluar los riesgos tanto de la exacerbación como de la neumonía después del tratamiento con IBP para la ERGE en pacientes con EPOC.

Este estudio utilizó una base de datos de reembolso de la República de Corea. Se incluyeron pacientes  $\geq 40$  años con EPOC como diagnóstico principal y que recibieron tratamiento con IBP para ERGE al menos durante 14 días consecutivos entre enero de 2013 y diciembre de 2018.

Se realizó un análisis de serie de casos auto controlados para calcular el riesgo de exacerbación moderada y grave

y neumonía, en el que cada sujeto de estudio actuó como su propio control, para minimizar la influencia de los factores de riesgo individuales de exacerbación o neumonía.

## Resultados

Un total de 104.439 pacientes con EPOC recibieron tratamiento con IBP para la ERGE. El riesgo de exacerbación moderada fue significativamente menor durante el tratamiento con IBP que al inicio del estudio. El riesgo de exacerbación grave aumentó durante el tratamiento con IBP, pero disminuyó significativamente en el período posterior al tratamiento. El riesgo de neumonía no aumentó significativamente durante el tratamiento con IBP.

## Conclusiones

El riesgo de exacerbación se redujo significativamente tras el tratamiento con IBP en comparación con el período en el que no fueron tratados. La exacerbación grave puede aumentar debido a la ERGE no controlada, pero luego disminuir después del tratamiento con IBP. No hubo evidencia de un mayor riesgo de neumonía.

## Fortalezas y Limitaciones del estudio

La fortaleza de este trabajo es que utiliza una serie de pacientes con un tamaño muestral de gran envergadura, que permite describir la población y dimensionar el problema (representatividad).

Las grandes bases de datos poblacionales permiten construir hipótesis a partir de sus hallazgos y el impacto de varios factores en forma simultánea. La construcción de modelos explicativos o predictivos a partir de estos datos es otra fortaleza de estas bases de gran tamaño.

A su vez, es una serie de casos auto controlados, lo que favorece la minimización del problema de los confundidores.

Las debilidades la constituyen los sesgos en relación a la población elegida, la calidad de los datos y la validez externa, ya que la muestra se toma de una población de Corea y probablemente no sea trasladable a otros grupos poblacionales. También deben considerarse algunas cuestiones en relación a Big Data, como son la heterogeneidad, el tratamiento de los datos, las técnicas de datos asociados que son diferentes a los tradicionales, el alto costo de expertos, el costo y el manejo de la manipulación de la privacidad de los datos.

En resumen, las técnicas analíticas de Big Data llegaron para quedarse. Su aplicación correcta conducirá a una medicina de precisión, enfocada en la prevención de las enfermedades y su tratamiento, aunque considerando la

variabilidad genética individual, el ambiente y el estilo de vida de cada persona.

**Propiedad intelectual.** El autor declara que los datos presentes en el manuscrito son originales y se realizaron en su institución perteneciente.

**Financiamiento.** El autor declara que no hubo fuentes de financiación externas.

**Conflicto de interés.** El autor declara no tener conflictos de interés en relación con este artículo.

## Aviso de derechos de autor



© 2023 Acta Gastroenterológica Latinoamericana. Este es un artículo de acceso abierto publicado bajo los términos de la Licencia Creative Commons Attribution (CC BY-NC-SA 4.0), la cual permite el uso, la distribución y la reproducción de forma no comercial, siempre que se cite al autor y la fuente original.

**Cite este artículo como:** Masson W. Big Data y medicina de precisión: una visión general hacia el futuro. Acta Gastroenterol Latinoam. 2023;53(3):203-206. <https://doi.org/10.52787/agl.v53i3.345>

## Referencias

- Gomes MAS, Kovalski JL, Pagani RN, da Silva VL, Pasquini TCS. Transforming healthcare with big data analytics: technologies, techniques and prospects. J Med Eng Technol. 2023 Jan;47(1):1-11. <https://doi.org/10.1080/03091902.2022.2096133>
- Raghupathi W, Raghupathi V. Big data analytics in healthcare: promise and potential. Health Inf Sci Syst 2014;2(1). <https://doi.org/10.1186/2047-2501-2-3>
- Pramanik PK, Pal S, Mukhopadhyay M. Healthcare big data: a comprehensive overview. In research anthology on big data analytics, architectures, and applications. IGI Glob 2022;19-47. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-3662-2.ch006>
- Hong L, Luo M, Wang R, Lu P, Lu W, Lu L. Big Data in Health Care: Applications and Challenges. Data and Information Management. 2018;2(3):175-197. <https://doi.org/10.2478/dim-2018-0014>
- Schulte T, Bohnet-Joschko S. How can Big Data Analytics Support People-Centred and Integrated Health Services: A Scoping Review. Int J Integr Care. 2022 Jun 16;22(2):23. DOI: 10.5334/ijic.5543

6. Konstantinidis M, Lalla EA. Clinical anisotropy: A case for shared decision making in the age of too much data and patient dis-integration. *J Eval Clin Pract*. 2020 Apr;26(2):604-609. DOI: [10.1111/jep.13312](https://doi.org/10.1111/jep.13312)
7. Bouzillé G, Poirier C, Campillo-Gimenez B, Aubert M-L, Chabot M, Chazard E. Leveraging hospital big data to monitor flu epidemics. *Comput Methods Programs Biomed*. 2018 Feb;154:153-160. DOI: [10.1016/j.cmpb.2017.11.012](https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2017.11.012)
8. Trifiro G, Sultana J, Bate A. From big data to smart data for pharmacovigilance: the role of healthcare databases and other emerging sources. *Drug Saf*. 2018;41:143-149.
9. Mills G. Big data drive efficient rabies vaccination. *Vet Rec*. 2021 Feb;188(3):88-89. DOI: [10.1002/vetr.150](https://doi.org/10.1002/vetr.150)
10. Detecting Suicide and Self-Harm Discussions Among Opioid Substance Users on Instagram Using Machine Learning. *Front Psychiatry*. 2021 May 31;12:551296. DOI: [10.3389/fpsy.2021.551296](https://doi.org/10.3389/fpsy.2021.551296)
11. Tu B, Patel R, Pitalua M, Khan H, Gittner LS. Building effective intervention models utilizing big data to prevent the obesity epidemic. *Obes Res Clin Pract*. 2023 Mar-Apr;17(2):108-115. DOI: [10.1016/j.orcp.2023.02.005](https://doi.org/10.1016/j.orcp.2023.02.005)
12. Scali ST, Stone DH. The role of big data, risk prediction, simulation, and centralization for emergency vascular problems: Lessons learned and future directions. *Semin Vasc Surg*. 2023 Jun;36(2):380-391. DOI: [10.1053/j.semvascsurg.2023.03.003](https://doi.org/10.1053/j.semvascsurg.2023.03.003)
13. Schulte T, Wurz T, Groene O, Bohnet-Joschko S. Big Data Analytics to Reduce Preventable Hospitalizations-Using Real-World Data to Predict Ambulatory Care-Sensitive Conditions. *Int J Environ Res Public Health*. 2023 Mar 7;20(6):4693. DOI: [10.3390/ijerph20064693](https://doi.org/10.3390/ijerph20064693)
14. Choi JW, Kang S, Lee J, Choi Y, Kim HC, Chung JW. Prognostication and risk factor stratification for survival of patients with hepatocellular carcinoma: a nationwide big data analysis. *Sci Rep*. 2023 Jun 27;13(1):10388. DOI: [10.1038/s41598-023-37277-9](https://doi.org/10.1038/s41598-023-37277-9)
15. Kayaalp M. Patient Privacy in the Era of Big Data. *Balkan Med J*. 2018 Jan 20;35(1):8-17. DOI: [10.4274/balkan-medj.2017.0966](https://doi.org/10.4274/balkan-medj.2017.0966)

# Big Data and Precision Medicine: an Overview into the Future

Walter Masson 

Chief of Cardiovascular Prevention, Hospital Italiano.  
Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

*Acta Gastroenterol Latinoam* 2023;53(3):207-210

Received: 21/08/2023 / Accepted: 21/09/2023 / Published online: 30/09/2023 / <https://doi.org/10.52787/agl.v53i3.345>

Unlike the "one size fits all" approach, precision medicine uses a person's medical (including genetic), behavioral and environmental information to further individualize their care. This could lead to better prediction of disease in an at-risk individual and more effective diagnosis and treatment when the disease is present. Big data allows for much greater precision and tailoring than ever before, linking disparate data sets to reveal previously unknown correlations and causal pathways. But there are

also ethical issues related to balancing interests, the feasibility of anonymity, the impact on family and groups, and genetic discrimination.

Behavioral and lifestyle factors (such as diet, daily activities, even use of social networks) interact with genetic factors to cause disease. This means that lifestyle data also contain information on the key risk determinants for many of the common chronic diseases that afflict modern societies. These behavioral factors can interact with biological factors to cause disease. Access to data on these behavioral factors not only allows for a better understanding of biological effects, but also for the identification of behavioral changes that can mitigate the effects of biological variants on disease susceptibility.

The generic term "big data" or "Big Data" refers to the set of structured and unstructured data that is so large and complex that it cannot be collected, processed, stored and analysed using traditional methods.<sup>1</sup> In other words, this large amount of information can only be processed and analysed using new technological and digital tools.

Some of the main characteristics of the "Big Data" concept are volume (enormous amount of data), speed (continuous and exponential growth of information), variety (data from different information sources, high

---

**Correspondence:** Walter Masson  
Email: [walter.masson@hospitalitaliano.org.ar](mailto:walter.masson@hospitalitaliano.org.ar)



complexity), veracity (reliable sources of information) and added value (generation of new development opportunities).<sup>2-3</sup> Advances in technology and information technology have made it possible to process this big data, searching for trends or patterns in the information analysed, with the aim of answering questions from different disciplines.

The advanced technologies developed for Big Data have promoted its application in many fields, such as the fight against crime and issues related to insecurity, business management, finance, the Global Positioning System (GPS), commerce, tourism, meteorology, biology or the environment, among others.<sup>4</sup> On the other hand, the applications of Big Data in health sciences in general, and in medicine in particular, are diverse and cover practically all areas: genomics, epidemiology, clinical trials, diagnostic and prognostic algorithms, telemedicine, administrative management, etc. In other words, the applicability is infinite and includes issues related to research, teaching and healthcare tasks. The sources of medical data on which we could apply Big Data analysis techniques are very diverse, ranging from personal and socio-economic data, clinical characteristics, administrative information to data related to complementary laboratory or imaging studies. The information obtained after analysing the data using Big Data techniques makes it possible to optimize medical practice, making it more "personalized" or "patient-centered".<sup>5</sup> In this sense, big data analytics makes it possible to "model" the patient and offer each person what best suits his or her personal characteristics. In addition, Big Data applications could make medicine more participatory.<sup>6</sup> With the information generated, the patient can actively participate in decisions related to his or her health, facilitating, among other things, better adherence to treatment.

Two other scenarios in which Big Data analytics techniques are applied are preventive medicine and predictive medicine, which are much more tangible for the general practitioner. In the first case, we can cite as examples the possibility of carrying out more effective surveillance of epidemic outbreaks, health emergencies, pharmacovigilance<sup>7-8</sup> or the development of better public health campaigns, from vaccination to the prevention of obesity or suicidal behavior.<sup>9-11</sup> In the second case, starting from the analysis based on Big Data techniques, more accurate predictive models can be created, for example to estimate the risk of presenting a cardiovascular emergency, hospitalization, or having a good or bad evolution after an oncological diagnosis.<sup>12-14</sup>

Finally, some concerns related to Big Data techniques should be considered. In this context, it is important to consider certain methodological issues when interpreting the information, such as registration and association biases. Some ethical issues, such as patient privacy, should also be considered.<sup>15</sup>

In the example shown below, we will evaluate the evidence from the information provided by Big Data.

### Example

A very important issue in routine clinical practice is the relationship between gastroesophageal reflux disease (GERD) and so-called extraesophageal symptoms. Much has been said about the relationship between GERD and exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease (COPD), although it remains controversial. Previous studies have shown that patients with coexisting GERD and COPD have worse quality of life and more severe shortness of breath than those with COPD but no GERD. It has also been suggested that GERD is a risk factor for acute exacerbations. More controversial is the use of proton pump inhibitors (PPIs) to prevent acute exacerbations in patients with COPD.

The following example analyses the effects of treating GERD with PPIs on the risk of acute exacerbations and pneumonia in COPD patients based on the following scientific study: *Respir Res.* 2023 Mar 11;24(1):75. This is a study using a large population-based database with information on medical diagnoses and treatments.

The aim of the study was to assess the risk of both exacerbation and pneumonia following PPI treatment for GERD in patients with COPD.

This study used a reimbursement database from the Republic of Korea. Patients aged  $\geq 40$  years with a primary diagnosis of COPD who received PPI treatment for GERD for at least 14 consecutive days between January 2013 and December 2018 were included.

A self-controlled case-series analysis was performed to estimate the risk of moderate and severe exacerbation and pneumonia, with each study subject serving as his or her own control, to minimize the influence of individual risk factors for exacerbation or pneumonia.

### Results

A total of 104,439 COPD were treated with PPIs for GERD. The risk of moderate exacerbation was signifi-

cantly lower during PPI treatment than at baseline. The risk of severe exacerbation increased during PPI treatment but decreased significantly in the post-treatment period. The risk of pneumonia was not significantly increased during PPI treatment.

## Conclusions

The risk of exacerbation was significantly reduced after treatment with PPIs compared to the period when they were not treated. Severe exacerbations may increase due to uncontrolled GERD, but then decrease after PPI treatment. There was no evidence of an increased risk of pneumonia.

## Strengths and limitations of the study

The strength of this work is that it uses a series of patients with a large sample size, which makes it possible to describe the population and the size of the problem (representativeness).

Large population databases allow the construction of hypotheses based on their findings and the impact of multiple factors simultaneously. The construction of explanatory or predictive models from these data is another strength of these large databases.

At the same time, it is a self-controlled series of cases, which favors the minimization of the confounder problem.

Weaknesses include biases related to the selected population, data quality, and external validity, as the sample was taken from a Korean population and may not be applicable to other populations. Some issues should also be considered in relation to Big Data, such as heterogeneity, data processing, associated data techniques that are different from traditional ones, high expert cost, cost, and handling of data privacy manipulation.

In short, Big Data analysis techniques are here to stay. Their proper application will lead to precision medicine, which focuses on disease prevention and treatment, while taking into account each person's individual genetic variability, environment and lifestyle.

**Intellectual Property.** *The author declares that the data and table presented in the manuscript are original and were carried out at his belonging institution.*

**Funding.** *The author declares that there were no external sources of funding.*

**Conflict of interest.** *The author declares that he has no conflicts of interest related to this article.*

## Copyright



© 2023 *Acta Gastroenterológica latinoamericana*. This is an open-access article released under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY-NC-SA 4.0) license, which allows non-commercial use, distribution, and reproduction, provided the original author and source are acknowledged.

**Cite this article as:** Masson W. *Big Data and Precision Medicine: an Overview into the Future*. *Acta Gastroenterol Latinoam*. 2023;53(3):207-210. <https://doi.org/10.52787/agl.v53i3.345>

## References

- Gomes MAS, Kovaleski JL, Pagani RN, da Silva VL, Pasquini TCS. Transforming healthcare with big data analytics: technologies, techniques and prospects. *J Med Eng Technol*. 2023 Jan;47(1):1-11. <https://doi.org/10.1080/03091902.2022.2096133>
- Raghupathi W, Raghupathi V. Big data analytics in healthcare: promise and potential. *Health Inf Sci Syst* 2014;2(1). <https://doi.org/10.1186/2047-2501-2-3>
- Pramanik PK, Pal S, Mukhopadhyay M. Healthcare big data: a comprehensive overview. In research anthology on big data analytics, architectures, and applications. *IGI Glob* 2022;19-47. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-3662-2.ch006>
- Hong L, Luo M, Wang R, Lu P, Lu W, Lu L. Big Data in Health Care: Applications and Challenges. *Data and Information Management*. 2018;2(3):175-197. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2543925122000791?via%3Dihub>
- Schulte T, Bohnet-Joschko S. How can Big Data Analytics Support People-Centred and Integrated Health Services: A Scoping Review. *Int J Integr Care*. 2022 Jun 16;22(2):23. DOI: 10.5334/ijic.5543
- Konstantinidis M, Lalla EA. Clinical anisotropy: A case for shared decision making in the age of too much data and patient disintegration. *J Eval Clin Pract*. 2020 Apr;26(2):604-609. DOI: 10.1111/jep.13312
- Bouzellé G, Poirier C, Campillo-Gimenez B, Aubert M-L, Chabot M, Chazard E. Leveraging hospital big data to monitor flu epidemics. *Comput Methods Programs Biomed*. 2018 Feb;154:153-160. DOI: 10.1016/j.cmpb.2017.11.012
- Trifiro G, Sultana J, Bate A. From big data to smart data for pharmacovigilance: the role of healthcare databases and other emerging sources. *Drug Saf*. 2018;41:143-149.
- Mills G. Big data drive efficient rabies vaccination. *Vet Rec*. 2021 Feb;188(3):88-89. DOI: 10.1002/vetr.150.

10. Detecting Suicide and Self-Harm Discussions Among Opioid Substance Users on Instagram Using Machine Learning. *Front Psychiatry*. 2021 May 31;12:551296. DOI: [10.3389/fpsyg.2021.551296](https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.551296)
11. Tu B, Patel R, Pitalua M, Khan H, Gittner LS. Building effective intervention models utilizing big data to prevent the obesity epidemic. *Obes Res Clin Pract*. 2023 Mar-Apr;17(2):108-115. DOI: [10.1016/j.orcp.2023.02.005](https://doi.org/10.1016/j.orcp.2023.02.005)
12. Scali ST, Stone DH. The role of big data, risk prediction, simulation, and centralization for emergency vascular problems: Lessons learned and future directions. *Semin Vasc Surg*. 2023 Jun;36(2):380-391. DOI: [10.1053/j.semvacsurg.2023.03.003](https://doi.org/10.1053/j.semvacsurg.2023.03.003)
13. Schulte T, Wurz T, Groene O, Bohnet-Joschko S. Big Data Analytics to Reduce Preventable Hospitalizations-Using Real-World Data to Predict Ambulatory Care-Sensitive Conditions. *Int J Environ Res Public Health*. 2023 Mar 7;20(6):4693. DOI: [10.3390/ijerph20064693](https://doi.org/10.3390/ijerph20064693)
14. Choi JW, Kang S, Lee J, Choi Y, Kim HC, Chung JW. Prognostication and risk factor stratification for survival of patients with hepatocellular carcinoma: a nationwide big data analysis. *Sci Rep*. 2023 Jun 27;13(1):10388. DOI: [10.1038/s41598-023-37277-9](https://doi.org/10.1038/s41598-023-37277-9)
15. Kayaalp M. Patient Privacy in the Era of Big Data. *Balkan Med J*. 2018 Jan 20;35(1):8-17. DOI: [10.4274/balkanmedj.2017.0966](https://doi.org/10.4274/balkanmedj.2017.0966)