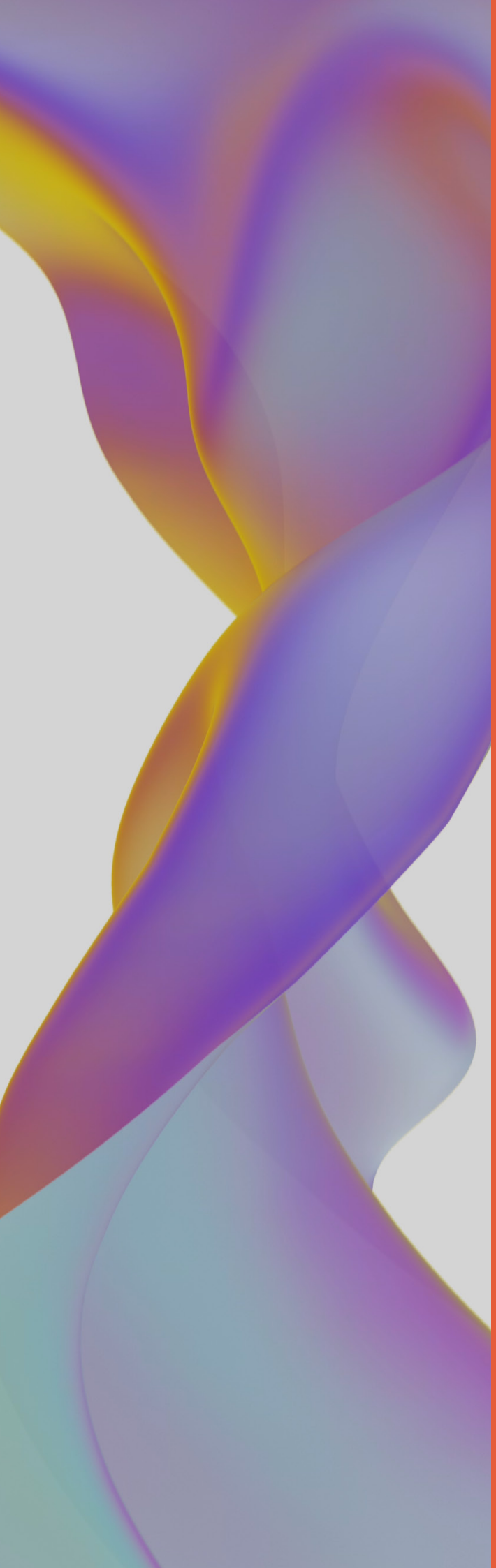


HEVOLUTION

التقرير العالمي للعمـــر الصحي

الإصدار الثاني

Hevolution.com

تمهيـــــــد

قبل بضع سنوات فقط، كان مجال أبحاث العمر الصحّي ميدانًا محدودًا وضيّقًا، لكنّه يشهد اليوم ازدهارًا غير مسبوق يحمل وعودًا كبيرة وإمكانات استثنائية. لقد استحوذ مفهوم العمر الصحّي - أي عدد السنوات التي يعيشها الإنسان بصحّة جيّدة - على اهتمام العلماء والمستثمرين والمؤسّسات العالمية وروّاد الأعمال وواضعي السياسات وعامّة الناس على حدٍّ سواء، حاملًا البشرى بمَستقبلٍ تصبح فيه إطالة العمر متوافقة فعلًا مع تحسّن جودة الحياة.

لقد اكتسبت مؤسّسة هيڤولوشن زخمًا ملحوظًا في سعيها لتمديد مدّة العمر الصحّي للإنسان، بفضل استثماراتها الإستراتيجية وشراكاتها الواسعة عبر مختلف أرجاء هذا المجال.

خلال ثلاث سنوات، خصّصنا أكثر من 400 مليون دولار لتعزيز مشاركة العلماء في مجال أبحاث إطالة العمر الصحّي، وإنشاء شركات جديدة لمعالجة هذه القضية، واستقطاب المزيد من التمويل لتطوير هذا الميدان، ممّا يجعلنا أكبر جهة غير ربحية مانحة في هذا المجال الناشئ. وقد قدّمنا، حتّى الآن، الدعم لأكثر من 200 منحة بحثية، و 250 مستفيدًا، و 25 شراكة، إضافةً إلى 4 استثمارات مؤثّرة في مجال التكنولوجيا الحيوية تخضع حاليًا لمزيد من التحليل والتدقيق.

ويتطلّب ضمان مستقبلٍ مستدامٍ لهذه الصناعة الاستثمارَ في رأس المال البشري، ولهذا كنّا فخورين بالإعلان عن الدفعة الثالثة من الحاصلين على جوائز الباحثين الجُدُد في بيولوجيا الشيخوخة ودراساتها، بالتعاون مع الاتّحاد الأميركي لأبحاث الشيخوخة. كما أنشأنا مؤتمر القمّة العالمي للعمر الصحّي، وهو أكبر ملتقى من نوعه في العالم يُعنى بمفهوم العمر الصحّي، حيث ضمَّ القادة العالميين من مختلف أركان النظام البيئي المتكامل للعمر الصحّي.

لقد أتاح نجاح القمّتين اللتين نظّمناهما فتحَ الأبواب وبناء حوارات مع قادة بارزين في محافل رئيسية تمتدّ من الجمعية العامّة للأمم المتّحدة إلى منظّمة الصحّة العالمية.

يُظهِر إصدارنا الثاني من التقرير العالمي للعمر الصحّي العالمي أنّ الزخمَ الداعم لأبحاث العمر الصحّي وتطبيقاتها آخذٌ في الازدياد والتصاعد؛ إذ يشهد العالم اهتمامًا متناميًا ووعيًا أعمق لهذا المفهوم بوصفه قوّةً عالميةً دافعة نحو الصحّة الشاملة والنتائج الاقتصادية الإيجابية.

لكن، لا يزال أمامنا الكثير لننجزه، فلا ينبغي أن نركن إلى الرضا عمّا حقّقناه؛ فالتسارع يمثّل فرصةً للنجاح لا ضمانًا له. وعلينا أن نبذل المزيدَ من العمل والجهد لإقناع العالم بمفهوم العمر الصحّي، وتطويره، وتطبيقه على نطاقٍ واسعٍ يتّسع للجميع.

في مؤسّسة هِيفولوشِن Hevolution، نبذل جهودنا لممارسة دور محفّز في تنشيط منظومة العمر الصحّي والحركة الداعمة لها.

ونتطلّع إلى دعم الباحثين لدفع علم العمر الصحّي قُدُمًا إلى الأمام وبوتيرة أسرع؛ وإلى دعم المستثمرين كي نستثمر معًا في الشركات التي ستوفّر هذه الحلول إلى السوق، وفي الابتكارات التي ستجعلها في متناول شريحة أوسع من الناس؛ وإلى صانعي السياسات، إذ نسعى إلى مساندتكم في جهودكم حتّى نضمن الوصول العادل والمتساوي إلى حلول العمر الصحّي.

إنّ التحوّل اللازم لدفع مجال علم العمر الصحّي على المستوى العالمي هو تحوّل منهجي ومعقّد؛ إذ يتطلّب ذلك طرائقَ تفكير جديدة ومقاديرَ أكبر من رأس المال. لكنّه ممكن ولا بدّ من تحقيقه. سنرى أنّنا قد حقّقنا النجاح إذا أصبحت هِيفولوشِن خلال خمس سنوات من أصغر الجهات الفاعلة في هذا المجال، بالنظر إلى مستوى تمويلها الحالي. وسيتطلّب ذلك تحرّك جميع الأطراف المعنيّة. يسلّط هذا التقرير الضوءَ على بعض المسارات المهمّة لتسريع العمل، ونأمل أن تجدوه مفيدًا. ولذلك، دعونا نعمل يدًا بيد كي نصوغَ مستقبلًا يتحقّق فيه توسيع مدى العمر الصحّي لصالح الإنسانية جمعاء.

الدكتور محمود خان

الرئيس التنفيذي لمؤسّسة هيڤولوشِن

شكر وتقدير

تتقدّم مؤسّسة هِيفولوشِن بالشكر للخبراء التالية أسماؤهم بحسب الترتيب الأبجدي، على مشاركتهم الكريمة وتخصيص وقتهم وخبراتهم في إعداد هذا التقرير.

د. راغب علي
المدير التنفيذي والمدير الطبّي التنفيذي لصحّتنا المستقبليّة

د. ديرب. أليسون
أستاذ طبّ الأطفال، صاحب الكرسي العلمي الممول (Endowed Chair)،
مدير مركز أبحاث تغذية الأطفال التابع لوزارة الزراعة الأمريكية، كلّية الطبّ بجامعة بايلور

د. جون بيرد
أستاذ إيرين دايموند ومدير المركز الدولي لإطالة العمر، جامعة كولومبيا

السيد خورخي كوندي
شريك عام في a16z Bio + Health

د. بيتر دياماندیس
مؤسّس ورئيس تنفيذي، مؤسّسة زبريس XPRIZE

د. مايكل هودين
المدير التنفيذي للتحالف العالمي للشيخوخة

الأستاذة الدكتورة أندريا ماير
أستاذة أون تشيو سينغ في الطبّ، الجامعة الوطنية في سنغافورة

السيد جورج ماكغينيس
مدير تحدّي الشيخوخة الصحّية في هيئة البحوث والابتكار في المملكة المتّحدة

د. بياني بسالتيس
المدير العام لشركة Exponential Ventures

د. هيلموت شوسلر
رئيس مجلس الإدارة والمدير التنفيذي لشركة TVM Capital Healthcare

د. جوردان شلاين
مؤسّس ورئيس مجلس الإدارة لشركة Private Medical

السيّد أنيل سوني
المدير التنفيذي لمؤسّسة WHO Foundation

السيّد جوناثان سايموندز
رئيس مجلس الإدارة لشركة GSK

السيد مايكل توريس
رئيس مكتب التواصل لمؤسّسة Hevolution Foundation

د. إريك فردين
الرئيس والمدير التنفيذي، معهد بوك لأبحاث الشيخوخة

د. كريستوف ويستفال
المؤسّس المشارك والشريك العام في صندوق لونغوود

أُعِدّ هذا التقرير من قِبَل فيل نيومان وفريقه، وهو الرئيس التنفيذي والمؤسّس لمنصّة التكنولوجيا وإطالة العمر Longevity.Technology. وأُنتِج بواسطة مختبر ريتشارد أتياس وزملائه، الذي قدّم الدعم الاستشاري الاستراتيجي التحريري، تحت إشراف مايكل توريس، رئيس مكتب التواصل والتسويق في مؤسّسة هِيفولوشِن. حيث عمل محرّرًا رئيسيًا لهذا الإصدار.

نتوجّه بشكر خاصّ إلى آية عبد الحليم لدورها كمساعدة للمحرّر، وإلى سعيد المغربي لقيادته إدارة المشروع

جدول المحتويات

خلاصة تنفيذية 6
عن البيانات الواردة في هذا التقرير 10
الفصل الأول: التوعية 12
الاهتمام بالعمر الصحّي آخذٌ في الازدياد 13
النجاحات الأخيرة تُغذّي هذا الزخم 14
المناصرة الفعّالة ضرورية للتسريع 15
الصحّة استثمارٌ بعيد المدى 17
الفصل الثاني: العلم 17
التطوّرات جارية في جميع مراحل تطوير الأدوية 19
التقدّم يدفع نحو مزيد من التعاون والتفاؤل 22
لا بدّ من بذل المزيد من الجهود 23
لا بدّ من توافق بشأن المؤشّرات الحيوية المستحدثة 26
الفصل الثالث: الاستثمار 26
الاستثمار في العمر الصحّي تضاعف سنة 2024 م 29
هذا المجال يجذب طيفًا واسعًا من المستثمرين 30
التوقّعات متفائلة وحذرة معًا 32
رغم النموّ، لا يزال قطاع العمر الصحّي يعاني نقصًا شديدًا في الاستثمار 33
التسريع يتطلّب استراتيجيات استثمارية ذات تركيز واضح وآفاق زمنية مناسبة 37
الفصل الرابع: التكنولوجيا 37
قطاع العمر الصحّي تبنّى إمكانات الذكاء الاصطناعي 37
كفاءات الذكاء الاصطناعي تمتدّ عبر جميع حلقات سلسلة القيمة 38
علم التشخيص يمثّل فرصة سانحة 39
الذكاء الاصطناعي يسهّل الانتقال إلى أنظمة رعاية صحّية تركّز على العمر الصحّي 40
اغتنام فرصة الذكاء الاصطناعي في مجال العمر الصحّي يتطلّب مقاربة جديدة للتعامل مع البيانات 41
الفصل الخامس: السَّريريّات 44
عيادات العمر الصحّي تشهد انطلاقة متسارعة 44
تدريب الممارسين الصحّيين حاجة ملحّة 46
الإشراف المهني ضروري لاستدامة النموّ 46
الفصل السادس: الاقتصاد 48
العمر الصحّي ضرورة اقتصادية 48
العائد الاقتصادي للعمر الصحّي كبير 50
السعي نحوه سيكون مصدر ميزة تنافسية 51
الفصل السابع: السياسات 52
التغيير يتطلّب قيادة 52
لا بدّ من اعتماد مقاربات حديثة في وضع السياسات وتطبيقها 53
الخاتمة 56
فجر عصر جديد للعمر الصحّي 56
معًا يمكننا أن نصنع المستقبل 57
الملحق 1 58
قائمة المراجع 60
المسرد 69

خلاصة تنفيذية

منذ نشر النسخة الأولى من التقرير العالمي للعمر الصحّي قبل عامين، شهد مجال العمر الصحّي نموًّا ملموسًا؛ إذ يتزايد الاهتمام بالعمر الصحّي، وما يصاحبه من فرص لتسريع التقدّم على نطاق واسع، فضلًا عن بروز تحدّيات وصعوبات يجب مواجهتها لضمان استمرار نموّ هذا العلم الموثوق وإتاحة فرص العمر الصحّي لجميع الناس. استنادًا إلى استطلاعَيْن عالميّين وبيانات استثمارية ومقابلات مع خبراء وأبحاث علمية، يستعرض هذا الإصدار الثاني من التقرير العالمي للعمر الصحّي الوضعَ الراهن وآفاق المستقبل في هذا المجال، مسلّطًا الضوء على التطوّرات والإجراءات الرئيسيّة التي يمكن للمجال اتخاذها كنظام بيئي للنهوض بالعمر الصحّي إلى المستوى التالي.

لقد فتحت العلوم آفاقًا جديدة؛ وما نحتاجه الآن هو التنسيق والانسجام.

من لقاحات الرنا المِرْسال mRNA إلى والمعالجات والأدوية المضادة للشيخوخة، ومن تعديل الجينوم إلى إعادة برمجة الخلايا، شهد العلم تطوّرات مذهلة خلال وقت قصير للغاية. كما تزداد الثقة في تحويل علم العمر الصحّي إلى معالجات عملية قابلة للتطبيق. وقد حان الوقت اليوم للانسجام وزيادة التركيز على العمر الصحّي. من المجالات التي سيكون فيها هذا التوافق، أو الانسجام، جوهريًا المؤشّراتُ الحيوية المستحدثة، التي تشهد طفرة في الابتكار، ولذلك لا بدّ من التوصّل إلى إجماع لدفع عجلة التقدّم فيها. تمثّل العوامل الجندرية والاجتماعية والاقتصادية العِرْقية نواحيَ أخرى تتطلّب التسريع، حيث يشير غالبية العلماء العاملين في مختلف الشركات إلى أنّ أخذ الاعتبارات الجندرية بالحسبان يشكّل حجر الزاوية لتحقيق العدالة في أبحاث العمر الصحّي وتطويرها.

رغم تضاعف الاستثمارات منذ سنة 2023 م، لا يزال مجال العمر الصحّي يعاني نقصًا شديدًا في التمويل.

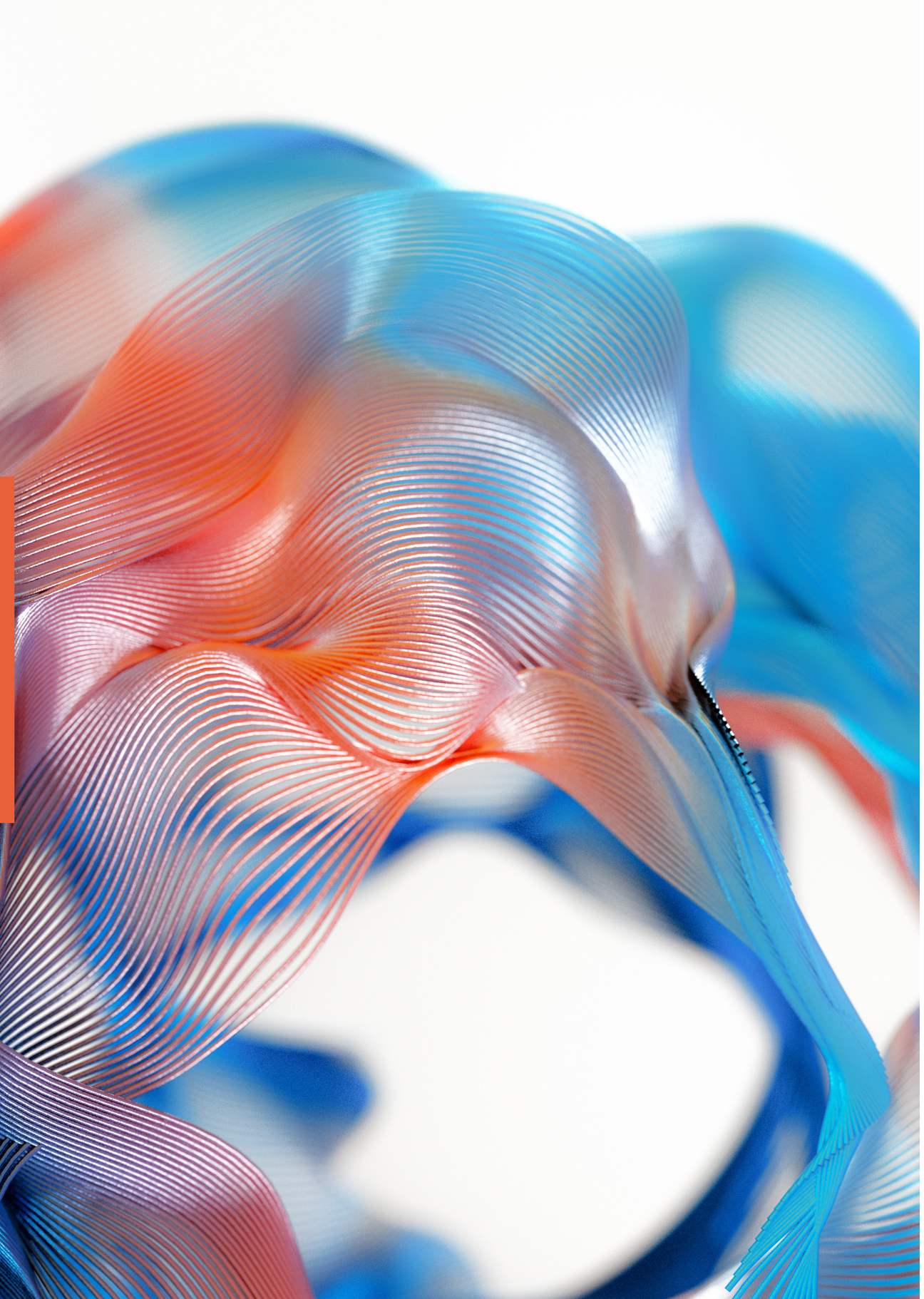
رغم ترابط الاستثمارات في مجالي العمر الصحّي وإطالة العمر، لكنّها تظلّ متميّزة عن بعضها بعضًا؛ فقد بلغت الاستثمارات في المجالين اللذين يتتبّعهما هذا التقرير 7.3 مليار دولار سنة 2024 م، أي أكثر من ضعفي مستوياتها في سنة 2023 م. كما ازدادت صفقات الاستثمار من حيث الحجم على مرّ السنوات، مع ارتفاع متوسّط حجم الصفقة بنسبة 77 ٪ منذ سنة 2020 م، ويُعزى ذلك بشكل رئيسي إلى الصفقات في المراحل المتقدّمة أو اللاحقة، ممّا يعكس نضوج المجال. ورغم هذه التطوّرات المهمّة، يظل المجال يعاني نقصًا شديدًا في التمويل مقارنةً بحجم التحدّي. أمّا الاستثمارات الرأسمالية في المراحل المبكّرة فقد انخفضت، ممّا يجعل دعم الانتقال من المختبر إلى السوق أكثر إلحاحًا من أيّ وقت مضى.

تتزايد طلبات المستهلكين بوتيرة متسارعة، وتتنامى معها الفرص والتحدّيات.

أفاد ثلثا المتخصّصين أو المهنيّين الطبّيين العاملين بين الشركات (قطاع الأعمال)، الذين شملهم الاستطلاع، بأنّهم يتلقّون استفسارات متكرّرة من المرضى بشأن مُداخَلات أو حلول العمر الصحّي، فيما ذكر ثلثهم أنّهم يواجهون هذه الاستفسارات أسبوعيًا. كما يتنامى اهتمام الناس بالمشاركة في أبحاث العمر الصحّي، ممّا يخلق فرصًا لبرامج وطنية على نطاق غير مسبوق. ويمثّل ظهور عيادات إطالة العمر العامّة محطّة بارزة في مسار تحويل ابتكارات العمر الصحّي إلى رعاية صحّية سائدة؛ لكنّ دخول جهات تقدّم ادّعاءات غير موثوقة حول إطالة العمر يشكّل خطرًا على المرضى وعلى مصداقية هذا المجال. لذلك، تُعدّ السلامة والفعّالية والكفاءة عدسات مهمة يجب من خلالها تقييم المداخلات. كما سيكون التثقيف وتوحيد البروتوكولات والأطر التنظيمية عناصر حاسمة لضمان نموّ هذا القطاع واستدامته على المدى البعيد.

تُبشّر التكنولوجيا بمرحلة من التسارع، غير أنّ الحفاظ على الدور الإنساني في المنظومة سيكون أمرًا جوهريًا لاستدامة النموّ.

يُعيد الذكاء الاصطناعي تشكيلَ مستقبل العمر الصحّي عبر سلسلة القيمة، بما يوفّره من كفاءات تتجاوز الأطر الزمنية التقليدية.وقد أبدى معظمُ المشاركين في استطلاعاتنا من فئتَيْ كلٍّ من الشركات المختلفة (قطاع الأعمال) أو قطاع المستهلكين أو المرضى (شرائح المستخدمين)، تأييدَهم لاستخدام الذكاء الاصطناعي، مع أنّ ما نسبته 26 إلى 30 ٪ ما زالوا يعارضون استخدامَه في مجالات التشخيص وتطوير الأدوية والتجارب السريرية. وسيكون ضمان التمثيل العادل للبيانات وإظهار الفوائد الملموسة في رعاية المرضى مفتاحَيْن أساسيين لتعزيز دمج الذكاء الاصطناعي في أنظمة الرعاية الصحّية. كما تُعدّ الأساليب الجديدة في جمع البيانات واستخدامها أمرًا حيويًا، إلى جانب التعامل مع التحدّيات التنظيمية والأخلاقية لضمان تحقيق تقدّم آمن وعادل في مجال العمر الصحّي.



العمر الصحّي ضـرورة اقتصاديـة؛ وتحقيقـه لن يكــون بلا تكلفــة، لكنّــه سيحقّـق عوائــد كبيـــرة.

العمرُ الصحّي ليس مجرّد بند إضافي على أجندة الرعاية الصحّية، بل هو المفتاح لإطلاق الازدهار الاقتصادي المستقبلي. إنّ تحقيق العمر الصحّي ليس مجّانيًا، لكنّه قادر على توفير عوائد ملموسة. ولذلك، من الضروري إجراء تقييم أكثر تفصيلًا وشمولًا لمنافع العمر الصحّي بهدف إقناع صانعي السياسات وتحفيز رأس المال. كما سيكون من المهمّ أن تعمل الدول النامية على إيجاد الحيّز المالي اللازم للاستثمار في هذا المجال.

يتطلّب تغيير السياسات قيادة؛ كما يتطلّب ابتكارًا.

يرى ثلث المشاركين، من فئة ما بين الشركات (قطاع الشركات) والمستهلكين (قطاع المستهلكين)، أنّ على الحكومات أن تتولّى زمامَ القيادة، لكنّ واحدًا فقط من كلّ أربعة (أي بنسبة الرُّبْع) يعتقد أنّ الحكومات ستفعل ذلك بالفعل. وهذا التباين بين التطلّعات والتوقّعات لا يدلّ على مجرّد اختلاف في وجهات النظر، بل يشير إلى حاجة ملحّة إلى ردم الفجوة بين قدرات القطاعين العامّ والخاصّ. بالنسبة إلى الحكومات، لا تكمن التحدّيات في إدراك الفرصة، بل في تعبئة الإرادة السياسية والدعم الشعبي لاغتنامها. وهذا ما يتطلّب مقاربة اقتصادية شاملة تمتدّ من تصميم السياسات إلى تنفيذها. كما أنّ الابتكار في السياسات ضرورة، لا سيّما في مجال الوقاية. وفي المقابل، لا يمكن إغفال اعتبارات العدالة والمساواة، فيما ستشكّل الشراكات محورًا أساسيًا لتحقيق ذلك.

المناصرة الفعّالة ضرورة للتسريع.

هناك حاجة ماسّة إلى تغيير المعتقدات الراسخة بعمق عن الشيخوخة والصحّة؛ فما زال الكثيرون يرونَ في الشيخوخة تدهورًا حتميًا، لا عملية يمكن التعامل معها بفاعلية. ومن خلال تحويل التركيز نحو الأبعاد الاجتماعية والاقتصادية، يمكننا إرساء حوار بنّاء يعترف بالعمر الصحّي بوصفه ركيزة أساسية في سياسات الصحّة العامّة والاقتصاد، بما يتيح إطلاق إمكاناته الكاملة. ويستلزم ذلك من دعاة أو مناصري العمر الصحّي التواصلَ مع طيف جديد تمامًا من أصحاب المصلحة أو المعنيّين. وأمام هذا الانفتاح على جمهور أوسع، يواجه مجتمع العمر الصحّي القائم على الأدلّة تحدّيًا مهمًّا، يتمثّل في مواجهة الضجيج الناتج عن بعض الأصوات في فضاء إطالة العمر الأوسع، التي تبالغ في الوعود في مجال لا يزال في مراحله الأولى. لذلك، فإنّ التمسّك بالمعلومات المستندة إلى الأدلّة العلمية عند الدعوة للعمر الصحّي يُعدّ أمرًا بالغ الأهمّية للحفاظ على مصداقية هذه الحركة.

عن البيانات الواردة في هذا التقرير

لإثراء محتوى التقرير واستكمال برنامجه في الأبحاث والمقابلات، قامت مؤسّسة هيفولوشن بإجراء استطلاعَيْن عالميَيْن وجمعت بيانات استثمارية، وقد جاء عرضُ نتائجهما في هذا التقرير.

شملت الدراسة 23 دولة موزّعة على 6 مناطق رئيسيّة

إفريقيا
- كينيا
- نيجيريا
- جنوب إفريقيا

آسيا والمحيط الهادئ
- أستراليا
- الصين
- الهند
- اليابان
- سنغافورة

أوروبـــــا
- فرنسا
- ألمانيا
- المملكة المتحدة
- الاتحاد الروسي

أمريكا اللاتينية
- البرازيل
- المكسيك

الشرق الأوسط
- البحرين
- مصر
- الكويت
- عُمان
- قطر
- المملكة العربية السعودية
- الإمارات العربية المتحدة

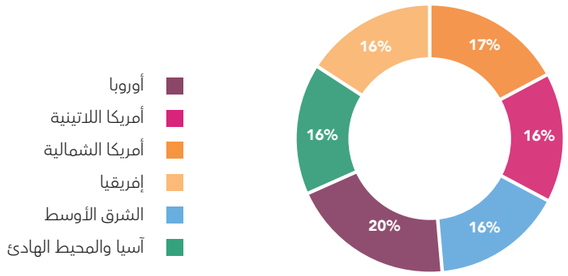
أمريكا الشمالية
- كندا
- الولايات المتحدة الأمريكية

جُمعَت بيانات استطلاع المواطنين (العدد = 4000) عبر منصّات إلكترونية، بينما جُمعت بيانات استطلاع المتخصّصين في الرعاية الصحّية (العدد = 1000) باستخدام منهجية المقابلات الهاتفية بمساعدة الحاسوب. وقد جرى تطبيق معامل الوزن أو الرُّجحان لتمكين المقارنة بين موجتي 2023 و2024.

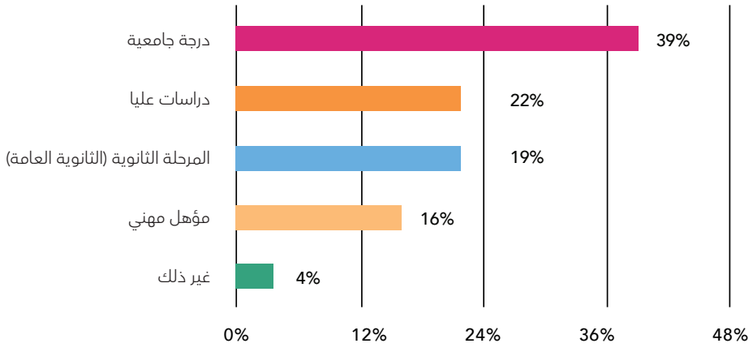
تقدّم شركة Longevity. Technology البيانات المالية المتعلّقة بالاستثمار، حيث تقوم الشركة بتحليل القطاع الأوسع عبر 25 مجالًا، لكنّ لأغراض هذا التقرير، جرى اقتصار البيانات على المجالات الأقرب إلى علم العمر الصحّي (والتعليم)، وهي: علم الوراثة وعلم التشخيص والمعالجات المضادّة للشيخوخة والصحّة الإنجابية ومنصّات الاكتشاف وأدوية العمر الصحّي والصحّة المناعية والتجديد الأيضي أو الاستقلابي والمِكْروبيوم والتكنولوجيا العصبية واستعادة الشباب وإعادة البرمجة والتجديد والاستخدام الجديد للأدوية وعلم الأدوية العصبية والتثقيف. يقدّم الملحق 1 وصفًا كاملًا لهذه المجالات. وتوفّر هذه المجالات مجتمعةً مجموعة أكثر دقّة لرصد الاستثمارات في العمر الصحّي مقارنةً بالفضاء الأوسع لإطالة العمر. ولكنّها تبقى بمنزلة التقدير التقريبي، ولذلك ينبغي فهمها على هذا الأساس.

استطلاع 4000 مواطن (ما بين الشركات والمستهلكين)

المنطقة
(قد لا تصل النسب المئوية إلى 100 بسبب التقريب)



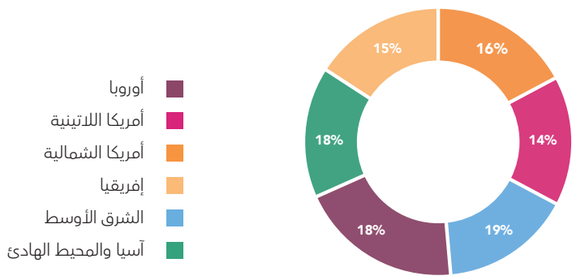
أعلى مستوى تعليمي



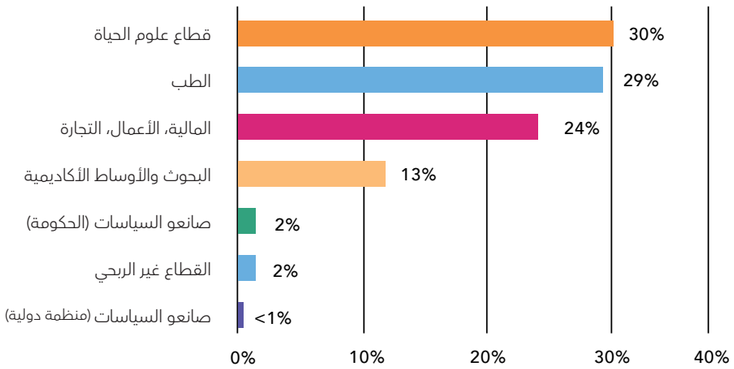
استطلاع 1000 متخصّص في الرعاية الصحّية

((ما بين قطاعَي الشركات والمستهلكين)

المنطقة
(قد لا تصل النسب المئوية إلى 100 بسبب التقريب)



القطاع
(قد لا تصل النسب المئوية إلى 100 بسبب التقريب)



01 التوعيـــة

الاهتمام بالعمر الصحّي آخذٌ في الازدياد

يكتسب العمر الصحّي أهمّيته الكبيرة من خلال إدراك الحكومات والقطاع الخاص للفوائد الاقتصادية والاجتماعية للشيخوخة الصحية. وعلى الرغم من أن مصطلحي العمر الصحّي (Healthspan) وإطالة العمر (Longevity) مرتبطان بمدة الحياة، فإن العمر الصحّي يشير إلى المرحلة من الحياة التي يقضيها الفرد بصحّة جيدة، خالية من الأمراض المزمنة والإعاقات المرتبطة بالشيخوخة. وبعبارة أخرى، يركّز العمر الصحّي على جودة الحياة وليس مجرد طولها.

شهد المعهد الوطني الأمريكي للشيخوخة زيادة في تمويله، إذ بلغَت ميزانيته 4.42 مليارات دولار لسنة 2025 م، بعد أن كانت 3.8 مليارات دولار في سنة 2021 م (1، 2، 3، 4). وفي المقابل، وصلت الاستثمارات في الأسهم الموجّهة نحو أبحاث العمر الصحّي إلى 7.3 مليارات دولار سنة 2024 م - أي أكثر من ضعفي مستويات سنة 2023 م (انظر الفصل الثالث: الاستثمار). وتمثّل هذه التوليفة من رأس المالَيْن العامّ والخاصّ دافعًا لتقدّم أبحاث الطبّ التجديدي والمعالجات المضادّة للشيخوخة (5، 6)، كما تسهم في تعزيز الحوار بشأن العمر الصحّي في الأوساط الأكاديمية والصناعية والعامّة. ومع أنّ مقدار هذه الجهود لا يزال أقلّ بكثير ممّا تقتضيه الحاجة، فإنّها تُعدّ تطوّرات مهمّة ومبشّرة في هذا المجال الناشئ من العلوم.

يقول الدكتور إريك فيردين، الرئيس والمدير التنفيذي لمعهد بوك لأبحاث الشيخوخة: «نحن في مطلع مرحلة ستُحدِث تحوّلًا جذريًا في المجتمع. لقد كانت المنجزات التي حقّقناها في الأبحاث قبل السريرية استثنائية، ولذلك يمكننا أن نأمل، على نحوٍ منطقي، أنّنا على أعتاب سلسلةٍ كاملة من المكتَشَفات».

في الواقع، يزداد التركيز في الحوار العلمي على مفهوم العمر الصحّي بوصفه مقياسًا جوهريًا، إذ بات الاعتراف واسعًا بأنّ إطالة العمر من دون تحسين جودته ليست الهدف الأسمى. وفي تعليقها على تنامي الوعي بالعمر الصحّي في الأوساط الأكاديمية والسريرية الأوسع، تقول الأستاذة أندريا ماير، أستاذة طبّ الشيخوخة في الجامعة الوطنية في سنغافورة: «نحن اليوم نُعيد تعريفَ المؤشّرات الحيوية للشيخوخة، ونرسم ملامح طبّ إطالة العمر الصحّي، ونحدّد ماهية المعالجات المضادة للشيخوخة وتشخيص أمراضها، كما نؤسّس لمفهوم طبّ الشيخوخة الدقيق».

كما يزداد الاهتمام في أوساط العامّة، إذ أفاد ثلثا المتخصّصين الطبّيين المشاركين في استطلاع قطاع الأعمال (ما بين الشركات) بأنّهم يتلقّون أسئلة من المرضى عن حلول أو مداخلات لإطالة العمر الصحّي مرّة واحدة على الأقلّ في الشهر (فيما يتلقّى ثلثهم هذه الاستفسارات أسبوعيًا). ومن القطاعات

> «نحن في مطلع مرحلة ستُحدِث تحوّلًا جذريًا في المجتمع»
>
> **الدكتور إريك فيردين**
>
> الرئيس والمدير التنفيذي لمعهد بوك لأبحاث الشيخوخة

المستفيدة من هذا الاهتمام سوق التقنيات القابلة للارتداء أو الحمل، الذي يُتوقّع أن يبلغ حجمه المذهل 231 مليار دولار بحلول سنة 2032، بمعدّل نموّ سنوي مركّب قدره 14.60 ٪، مدفوعًا بشكل رئيسي بإقبال المستهلكين على أجهزة مراقبة الصحّة التي تمكّن الأفراد من فهم أنماط سلوكهم ومسارات صحّتهم. لقد تطوّرت هذه التقنيات كثيرًا بعد أن كانت مجرّد عدّادات للخطوات، لتقدّم اليوم مجموعةً واسعة من مؤشّرات القياس الصحّي، ممّا يسدّ الفجوة بين منتجات العافية الموجّهة للمستهلكين وخدمات الرعاية الصحّية المهنية أو التخصُّصية (7، 8، 9).

يترافق هذا الاهتمام المتزايد بحلول إطالة العمر الصحّي بمطالب متنامية من الحكومات، إذ يرى 80 ٪ من المشاركين في استطلاع قطاع المستهلكين أنّ على الحكومات تمويل الرعاية الوقائية بهدف تعزيز او إطالة العمر الصحّي؛ فعلى سبيل المثال، أعلنت أستراليا عن تخصيص 545 مليون دولار لأبحاث الصحّة الوقائية خلال العقد القادم (10). وفي سنغافورة، أُطلقت مبادرة الصحّة الأفضل كإصلاح صحّي بدأ بتقديم خطط صحّية مخصّصة للمواطنين الذين تزيد أعمارهم على 60 عامًا، ثمّ توسّعت لاحقًا لتشمل من تجاوزوا سنّ الأربعين (11، 12، 13). أمّا في المملكة المتّحدة، فقد أُطلِق قبل أكثر من عامين «برنامج صحّتنا المستقبلية»، الذي يعتمد على بيانات التحليل الجيني ونمط الحياة لاكتشاف الأمراض في مراحل مبكّرة (14، 15). وقد بلغ عدد المشاركين في البرنامج مليوني شخص حتّى الآن، ممّا يجعله أكبر برنامج أبحاث صحّي في تاريخ المملكة المتّحدة وأحد أضخم البرامج على مستوى العالم. وأعلنت وكالة المشاريع البحثية المتقدّمة للصحّة في الولايات المتّحدة حديثًا عن إطلاق برنامج لتطوير معالجات جديدة مصمَّمة لزيادة العمر الصحّي بشكل خاصّ.

النجاحـــات الأخيـــرة تُغـــذّي هذه الأهمّيـــة الكبيـــرة

يُعدّ التقدّم في العمر أو الشيخوخة عاملًا مشتركًا ورئيسيًا قد يسهم في عددٍ من الأمراض المزمنة؛ وقد شهدت السنوات القليلة الأخيرة قفزاتٍ علميةً مهمّة في معالجة المحرّكات البيولوجية للشيخوخة التي تُعرف باسم «مسارات أو مسالك الشيخوخة»، وذلك عبر الكثير من الدراسات ما قبل السريرية والسريرية. لقد أُجريَ أكثر من 30 تجربة سريرية على العوامل أو الأدوية المحلِّلة للخلايا الشائخة أو المعدِّلة لوظائفها، وبعضها لا يزال جاريًا أو مُقرَّرًا إجراؤه لأغراض طبّية متعدّدة. تعمل هذه الأدوية بشكل انتقائي على تحفيز إزالة الخلايا الهرِمة أو تخفيف الحالة الإفرازية المدمّرة للأنسجة التي تتّصف بها بعض الخلايا الهرِمة أو الشائخة؛ وقد أظهرت نتائجَ واعدة في تأخير أو تخفيف عددٍ من الأمراض المرتبطة بالشيخوخة (16).

يُعدّ الميتفورمين والراباميسين، اللذان يستهدِفان المسارَيْن الإشْعاريَيْن AMPK و mTOR على الترتيب، من بين المركّبات الأكثر دراسة، إذ أظهرا مجموعةً واسعة من التأثيرات المفيدة، بما في ذلك الخصائص المعدّلة للجهاز المناعي والتغيّرات في الأيض أو الاستقلاب الخلوي، في كلّ من النماذج المختبرية والنماذج الحيّة المرتبطة بالشيخوخة الصحّية (17).

لقد أظهر نجاح ناهِضات أو مقوّيات البِنْتيد الشبيه بالغلوكاكون1- GLP-1 مقداراً الاهتمام بالمعالجات الوقائية أيضًا. يقول الدكتور فيردين: «أنا متحمّس جدًّا تجاه ناهضات GLP-1، فهي وإن لم تنشأ من مجال أبحاث الشيخوخة، لكنّني أعتقد أنّها قد تكون أوّل دواء عالمي مضادّ للشيخوخة لدينا». ومع أنّ التأثير على المدى البعيد لهذه الأدوية سيتطلّب إشرافًا دقيقًا، لكنّ أثرها المحتمل في رعاية المرضى في الأوساط السريرية لا يمكن التقليل من شأنه.

يقول الدكتور جوردان شلاين، مؤسّس ورئيس مجلس إدارة في شركة Private Medical: «تمثّل ناهضات GLP-1 قفزةً نوعية في معالجة مجموعة واسعة من الحالات – بدءًا من الاضطرابات الأيضية أو الاستقلابية، ومرورًا بالقلق والأورام السرطانية، وانتهاءً بأمراض القلب والأوعية الدموية. ومع أنّ المراقبة الدقيقة للآثار الجانبية تظلّ أمرًا ضروريًا، فقد دفعتنا هذه المعالجات بالفعل إلى تجاوز ذروة أزمة السمنة العالمية، ووضعتنا على مسار تنازلي أو تراجعي واعد لهذه الأزمة». كما أنّ ناهضات GLP-1 حقّقت نجاحًا تجاريًا كبيرًا، حيث اكتسبت شركتان من أكبر منتجيها وحدهما قيمة سوقية بلغت تريليون دولار منذ سنة 2021 م (18).

لم تَغِب الفرص المجتمعية والاقتصادية التي يقدّمها علم العمر الصحّي عن أوساط المستثمرين؛ ففي الواقع، اتّفق 75 ٪ من المستثمرين في قطاع الشركات، الذين شملهم الاستطلاع، على أنّ نجاح أدوية إنقاص الوزن زاد من ثقتهم في إمكانية نشوء قطاعات جديدة كبرى في مجال العمر الصحّي. يقول السيد خورخي كوندي، الشريك العام في شركة a16z Bio + Health: «لقد تحقّق تقدّم هائل في مختلف الأساليب لمعالجة الأمراض المزمنة، ممّا غذّى طموحًا متزايدًا في قطاع الرعاية الصحّية. وتمثّل ناهضات GLP-1 مثالًا بارزًا على هذا التقدّم؛ فهي تتصدّى لمشكلة صعبة للغاية، أوّلًا من خلال تجاوز حاجز رئيسي أمام تحسين صحّة الإنسان، وثانيًا عبر تقديم حلّ له آثار مجتمعية بعيدة المدى على مستوى العالم. إنّ نجاحها يبرز الإمكانات الكبيرة لتحقيق قفزات في مجالات تحويلية أخرى ضمن مجال العمر الصحّي».

المناصرة الفعّالة ضرورية للتسريع

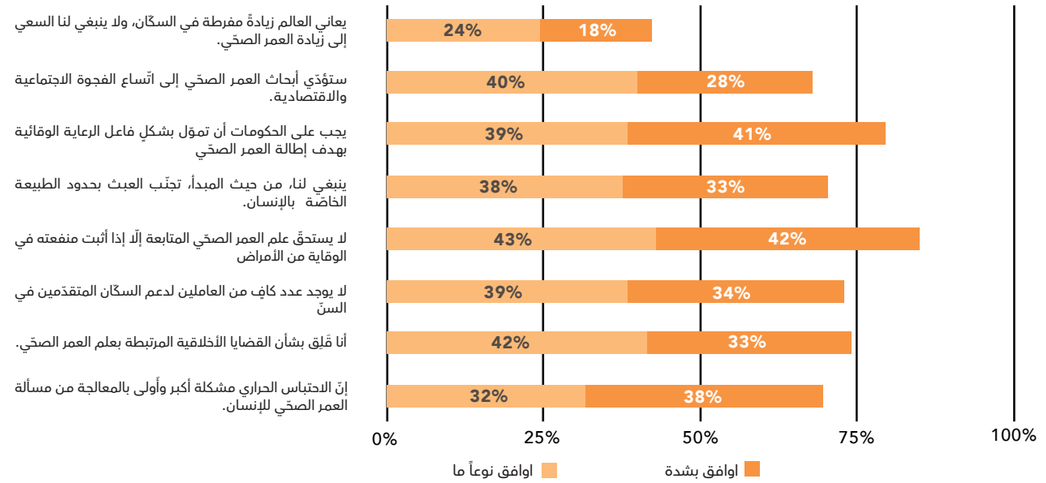
إنّ إحداث تغيّر في المعتقدات الراسخة عميقًا عن الشيخوخة والصحّة أمر عاجل للغاية. يقول الدكتور هيلموت شوسلر، رئيس مجلس الإدارة والرئيس التنفيذي لشركة TVM Capital Healthcare في سنغافورة «في الوقت الحالي، لا توجد مشكلة تقنية في تحسين العمر الصحّي وإطالة سنوات الصحّة بمقدار 10 إلى 15 سنة، بل تتمثّل المعضلة بالكامل في المسألة العقلية والتنظيمية والتمويلية. وللأسف، هذا هو الجانب الثقافي الأصعب الذي يجب التغلّب عليه إذا أردنا تحويل ما يشكّل اليوم نظامًا عالميًا للرعاية المَرضية إلى نظام يركّز على الصحّة والوقاية».

لا يزال الكثيرون ينظرون إلى الشيخوخة على أنّها تدهور محتوم، بدلًا من اعتبارها عملية يمكن التعامل معها بشكل تفاعلي. إنّ تحويل هذه العقلية يتطلّب تحوّلًا ثقافيًا، حيث يصبح الحفاظ على الصحّة حتّى سنّ الشيخوخة هدفًا عالميًا، وليس استثناءً. ومن خلال تعزيز الروايات الإيجابية عن الشيخوخة، والتركيز على المنافع الممكنة للرعاية الوقائية، يمكننا تشجيع الأفراد وحكوماتهم على تبنّي أساليب جديدة بتفاؤل وإلحاح.

يتجاوز توسيعُ الوعي بالعمر الصحّي مجرّد اهتمام المستهلكين؛ فتركيز المناقشة الحالية على ادّعاءات إطالة العمر، التي غالبًا ما تتمحور حول المكمّلات الغذائية والمنتجات المضادّة للشيخوخة، يُغفل الحوارَ الحقيقي بشأن المنافع الأوسع لعلم العمر الصحّي وإمكاناته في إحداث تغيّر اجتماعي ملموس. تُظهر آراء المشاركين في استطلاع قطاع المستهلكين أنّ هناك مسافةً لا تزال قائمة فيما يتعلّق بنشر مزايا العمر الصحّي في جميع أوجه المجتمع مثلًا.

الشكل 1

إدراك المستهلكين وتوقّعاتهم تجاه العمر الصحّي



لا يقتصر الأمر على البُعد الصحّي فحسب. يقول الدكتور مايكل هودِن، الرئيس التنفيذي للتحالف العالمي من أجل الشيخوخة: «لن يحدث التغيير إذا اقتصر خطابنا على القول: دعونا نفعل ما يساعدنا جميعًا على أن نحيا حياة أفضل وأطول؛ فالناس ببساطة لا يفكرون بهذه الطريقة، لأنّ السبب الذي سيدفع الناس إلى الإنفاق والتركيز على عملية الشيخوخة ذاتها هو أنّها ستكون الأساس للنموّ الاقتصادي في عالمٍ تزداد فيه أعداد كبار السنّ على حساب الشباب. إنّ من هم في سنّ الثانية والثمانين سيحتاجون إلى مواصلة العمل، وإلى أن يظلّوا مستهلكين نشِطين للغاية. لذلك، فالطريق الوحيد ليتمكّنوا من الاستمرار في العمل والبقاء نشطين ومنخرطين في الحياة هو أن يكونوا أكثر صحّة».

لتحقيق التسارع المنشود، سيحتاج المدافعون عن مفهوم العمر الصحّي إلى الوصول إلى مجموعة جديدة كلّيًا من أصحاب المصلحة. يقول الدكتور جون بيرد، أستاذ إيرين دايموند ومدير المركز الدولي لإطالة العمر في جامعة كولومبيا: «العمر الصحّي يعيش في دائرة مغلقة أفهم تمامًا ما يعنيه أحدهم عندما يتحدّث إليّ عن الخلايا الهرِمة أو الخلايا الجذعية، لكنّ هذا لا يعني شيئًا لمن هم خارج تلك الدائرة. علينا أن نتحدّث عن العمر الصحّي بطريقة أكثر وضوحًا واتساقًا إذا كنا نريد إحداث تغيير حقيقي».

«السبب الذي سيدفع الناس إلى الإنفاق والتركيز على عملية الشيخوخة ذاتها هو أنّها ستكون الأساس للنموّ الاقتصادي في عالمٍ تزداد فيه أعداد كبار السنّ على حساب الشباب».

الدكتور مايكل هودِن

الرئيس التنفيذي للتحالف العالمي من أجل الشيخوخة

خلال سعي مجتمع أبحاث العُمر الصحّي القائم على الأدلّة إلى الانفتاح على جمهورٍ أوسع، يواجه تحدّيًا جوهريًا يتمثّل في التعامل مع الضجيج الصادر عن بعض الأصوات في مجال إطالة العمر الأوسع، تلك الأصوات التي تُفرِط في الوعود وتُروّج لتصوّرات تفوق بكثير ما توصّل إليه العلم حتّى الآن في هذا المجال الناشئ. يقول الدكتور إريك فِردين: «أشعر بأنّ كلّ الاهتمام يُسحَب نحو أولئك الذين يطلقون أكثر الادّعاءات بهرجةً ومبالغة، مع أنّ الكثير منهم لا يمتلكون أيّ سجلّ حقيقيّ في تحسين الصحّة، سوى زيادة ثرواتهم الشخصية». وفي الواقع، يرى 35 ٪ من المستثمرين في قطاع الأعمال والشركات الذين شملهم الاستطلاع أنّ صعوبة التمييز بين الضجيج الإعلامي والحقيقة العلمية تمثّل أحدَ العوائق الرئيسيّة أمام الاستثمار في مجال العمر الصحّي. كما تحذّر الأستاذة أندريا ماير قائلةً: «إنّ طبّ إطالة العمر الصحّي لم يخضع بعدُ لأي تنظيم رسمي، إذ يمكن أن يشتري الناس ما يُسمّى «المستحضرات الطبّية لإطالة العمر» دون أي تحليل لمعرفة ما إذا كانوا بحاجةٍ إليها؛ فالمستهلكون يطلبون، والسوق الضخم يستجيب. وتمثّل إتاحة هذا النوع من الخدمات الطبّية بشكلٍ غير منظَّم وتحت شعار الديمقراطية أمرًا خطرًا قد يضرّ بالناس، بل هو خطِر بالفعل».

إنّ الاستناد إلى الأدلّة عند الدعوة إلى تعزيز مفهوم العُمر الصحّي أمرٌ حاسم للحفاظ على مصداقية هذا التوجّه العلمي العالمي.

يقول مايكل تورّيس، الرئيس التنفيذي للتواصل والتسويق في مؤسّسة هيفُولوشن: «حين نتقدّم بعلم العمر الصحّي، ينبغي أن يتجاوز تركيزنا مجرّد إطالة العمر الزمني؛ فالقضية الحقيقية هي إرساء لغة مشتركة داخل قطاعنا وخارجه، تركّز على العيش بصحّةٍ أفضل ولمدّة أطول، لا على زيادة عدد السنين دون اكتراثٍ بجودتها». ويضيف: «نحن نواجه تحدّيًا حاسمًا يتمثّل في التمييز بين العلم القائم على الأدلّة وبين الادّعاءات غير المثبَتة التي تنتشر في فضاء الأبحاث الأوسع لإطالة العمر. وللحفاظ على نزاهة التقدّم في مجال العمر الصحّي، علينا أن نُحصّن الجمهور تجاه الوعود المضلّلة، وأن نُعطي الأولوية للمقاربات والمعالجات التي ثبتت فعّاليتها علميًا؛ فبذلك وحده نضمن أن تبقى جهودنا مرتكزةً على تقدّمٍ حقيقي في فهم بيولوجيا الشيخوخة ومكافحة الأمراض المرتبطة بالعمر لصالح جميع الناس».

تُوفّر البحوثُ العلمية أساسًا راسخًا لفهم تعقيدات الشيخوخة والمداخلات القادرة فعلًا على إطالة سنوات العمر التي تُعاش بصحةٍ جيّدة. وعلى خلاف الادّعاءات السردية التي يروّج لها بعض المؤثّرين غير المتخصّصين في مجال إطالة العمر، فإنّ المعارف والرؤى المستندة إلى البحث العلمي تمرّ عبر اختبارات دقيقة وتقييم نقدي ومراجعةٍ من قِبل الأقران، لضمان صحّتها وموثوقيتها. وهذا المستوى من التمحيص هو ما يميّز بين الحقائق والأوهام، ويحدّ من مخاطر التضليل المعلوماتي. وستكتسب المعطياتُ الاقتصادية أهمّيةً خاصّة في دفع صنّاع السياسات والمستثمرين لدعم هذا التوجّه. وفي هذا السياق، يقول الدكتور هودِن ناصحًا: «اربطوا جهود التواصل والمناصرة بالتحوّلات السكّانية البنيوية، إذ يمكن لهذا الربط أن يخدم أهداف العمر الصحّي بصورةٍ ملموسة». ويُشير الدكتور هودِن إلى مثالٍ ناجح لحملة مناصرة استندت إلى البيانات والنمذجة الاقتصادية لإقناع السلطات اليابانية باعتماد نظامٍ جديدٍ لتعويض خدمات متابعة الكسور (وهي برامج رعاية صحّية تُعنى بتحديد المرضى المصابين بكسور الهشاشة ومعالجتهم للوقاية من تكرارها مستقبلًا)، ممّا أسهم في تعزيز العمر الصحّي وتقليل التكاليف في الوقت نفسه (19).

الصحّة استثمارٌ بعيد المدى

تتجلّى إحدى الفرصة المحورية في هذا السياق في مفهوم الصحّة بوصفها ثروة. يقول الدكتور شلاين: «لا أحد يتحدّث عن الصحّة باعتبارها ركيزةً من ركائز الثروة، مع أنّها يجب أن تكون كذلك؛ فنحن جميعًا أصولٌ قابلة للاستهلاك بعدَ سنّ الرابعة والعشرين، لذلك إذا لم يكن مديرُ ثروتك يسألك عن استراتيجيتك الصحّية، فهو لا يؤدّي دوره كما ينبغي».

إنّ الاعتراف بالصحّة كأصلٍ طويل الأمد، جديرٍ بالاستثمار فيه، يتيح للحكومات والصناعات والأفراد إعادة رسم مسار العمر الصحّي. وكما هي الحال في عالم المال، فإنّ ذلك يتطلّب استراتيجية واضحة وفرصةً سانحة لتطبيقها. وتتحدّث الأستاذة ماير عن البعد الإنساني في الأمر فتقول: «من منظور المستهلك، لماذا تستثمر في تحسين صحّتك وإطالة عمرك الصحّي؟ لأنّك تريد أن تشعر بأنك أفضل. لقد سمعتَ عن ذلك، وتبيّن لك أنّه ممكن التحقُّق. يمكنك قياس عمرك البيولوجي، ولديك هدف تسعى إليه؛ فما الداعي للانتظار؟».

02
العلـــم

الاتجاهات

تشير زيادة الاستثمار في أبحاث العمر الصحّي، إلى جانب التقدّم التكنولوجي السريع وتنامي اهتمام المستهلكين وصنّاع السياسات، إلى إدراكٍ متصاعدٍ لمفهوم العمر الصحّي بوصفه قوّة إيجابية وتحوّلية في المجتمعات الحديثة. وتُوحي هذه الاتجاهات بأنّ الأفراد أصبحوا أكثر وعيًا بإمكانات إطالة سنوات العمر الصحيّة، ويسعون بقوّة إلى تبنّي استراتيجياتٍ تمكّنهم من تحقيق هذا الهدف.

الأدلّة

بلغت ميزانية المعهد الوطني الأمريكي لبحوث الشيخوخة نحو 4.41 مليار دولار سنة 2023 م. كما أنجز أكثر من 30 تجربة سريرية للأدوية الحالّة والمعدّلة للخلايا الشائخة أو التي يجري تنفيذها أو التخطيط لها حاليًا. وقد أدّى النجاح التجاري الكبير لعقاقير ناهضات GLP-1 إلى رفع القيمة السوقية لمُنتجيها بما يزيد على تريليون دولار أمريكي منذ سنة 2021 م. وفي سنة 2024 م، بلغ سوق الاستثمارات الموجّهة لقطاع العمر الصحّي نحو 47.3 مليار دولار.

مسارات التسريع

يتطلّب رفع الوعي بمفهوم العمر الصحّي توافر خطابٍ تواصلي واضح يبيّن منافعه، إلى جانب تحوّلٍ ذهني وثقافي في النظرة إلى الصحّة والشيخوخة. كما أنّ تعزيز فكرة الصحّة كأصلٍ طويل الأمد يمكن أن يسهم في هذا التحوّل. وسيظلّ الالتزام بالمعرفة المستندة إلى الأدلة عاملًا حاسمًا في مواجهة الادّعاءات المُبالَغ فيها ضمن هذا المجال الذي يشهد نموًّا سريعًا رغم حداثة عهده.

التطوّرات جارية في جميع مراحل تطوير الأدوية

يقول الدكتور بيتر دياماندِس، مؤسّس ورئيس مجلس إدارة مؤسّسة XPRIZE: «سيشهد العقدُ القادم تقنياتٍ وطرائق ثورية ستُحدث تحوّلًا جذريًا في قدرتنا على إطالة العمر الصحّي؛ فأدوات تحرير الجينات، مثل تقنية الكتابة الجينية (لا سيّما إدماج الجينات في مواضع آمنة من الجينوم لضمان تعبيرٍ آمنٍ وطويل الأمد)، إلى جانب تقنية كريسبر CRISPR، تتقدّم بسرعةٍ مذهلة، وستتيح عمّا قريب تصحيح الطفرات الجينية بدقّة وتفعيل الجينات الوقائية داخل الجسم. كما ستُحدث أنظمة التشخيص والمُستشعِرات الحيوية المدعومة بالذكاء الاصطناعي نقلةً نوعية في التنبّؤ المبكّر بالأمراض والوقاية منها، عبر تحليل المؤشّرات الحيوية قبلَ ظهور الأعراض بسنوات. وفي الوقت نفسه، يمضي الطبّ التجديدي، بما في ذلك الأعضاء المُطبوعة بالتقنية الثلاثية الأبعاد وأشباه الأعضاء والمعالجات بالخلايا الجذعية، نحو مواجهة فشل الأعضاء وتجديد الأنسجة الشائخة أو الهَرِمة. ويحمل تكامل هذه المُبتكَرات الوعدَ بإعادة تعريف الطريقة التي نتعامل بها مع الشيخوخة والعمر الصحّي، ويفتح آفاقًا غير مسبوقة لإطالة العمر والحيوية معًا».

> **«سيشهد العقدُ القادم تقنياتٍ وطرائق ثورية ستُحدث تحوّلًا جذريًا في قدرتنا على إطالة العمر الصحّي»**
>
> **الدكتور بيتر دياماندِس**
> مؤسّس ورئيس مجلس إدارة مؤسّسة XPRIZE

لقد أظهرت الأدوية الموجودة المعتمدة تقدّمًا ملحوظًا في هذا المجال؛ فناهضات مستقبلات GLP-1 بدت واعدةً في إنقاص الوَفَيات القلبية الوعائية، حيث أظهرت تجربة سريرية كبيرة انخفاضًا كبيرًا في الحوادث القلبية الوعائية الضارة الكبرى (20، 21). أمّا مثبّطات الناقل المشترك للصوديوم والغلوكوز 2 SGLT2 فقد ارتبطت بانخفاض معدّلات الاستشفاء والوفيات، ومدّة الإصابة الطويلة بكوفيد19-، ممّا يشير إلى احتمال تعزيزها قدرةَ الجسم على مقاومة الأمراض الشديدة (22، 23، 24). وإضافةً إلى ذلك، أظهر الميتفورمين، وهو دواء لمعالجة السكّري من النوع الثاني، قدرةً واعدة على استهداف مؤشّرات الشيخوخة وحماية الحمض النووي من نوع DNA وتقليل الالتهاب (25).

لقد تحقق تقدّم ملحوظ على صعيد التجارب السريرية أيضًا. تُجرى حاليًا تجارب بشرية للقاحات المعتمدة على الرنا المرسال mRNA في حقول الأورام السرطانية (26) وتحريض المناعة أو الاستِمْناع (27، 28) والشيخوخة والهشاشة (29، 30)، وجميعها مجالات يمكن أن تُسهم في إطالة العمر الصحّي. كما أنّ فهمنا لتأثير هذه اللقاحات في الفئات المسنّة آخذٌ في التحسُّن، حيث أظهرت الأبحاث أنّ لقاحات الرنا المرسال قادرة على تحفيز إنتاج أجسام مضادة (أضداد) قويّة حتّى عند الأفراد الذين تصل أعمارهم إلى 96 سنة (31). وقد جرى تطوير طرائق جديدة لدراسة الاستجابات المناعية للقاحات بحسب العمر. وتُعرَف الطريقة الأخيرة باسم التقييم المعياري للمناعة باستخدام أنظمة بشرية متعددة المنصات في المختبر، إذ قد توفّر رؤى بشأن كيفية تصميم اللقاحات لزيادة فعّاليتها عند كبار السنّ (32، 33).

يُعدّ علم معالجة الشيخوخة مسارًا آخرَ واعدًا، مع وجود عدد كبير من التجارب السريرية المخطّط لها أو الجارية حاليًا.

يظهر هذا النوع من المعالجات وعدًا كبيرًا خلال السنوات الخمس القادمة، بحسب ما يقول الدكتور ديفيد ب. أليسون، أستاذ طبّ الأطفال، ورئيس كرسي مموّل، ومدير مركز أبحاث تغذية الأطفال التابع لوزارة الزراعة الأمريكية في كلية بايلور للطبّ. يشير الدكتور أليسون إلى أنّ: «هناك نتائج لدى البشر تشير إلى منافع محتملة، وكذلك عند أنواع حيوانية أخرى؛ لكنّ النتائج في الفئران هي التي توضح بشكل قاطع أنّ التعامل مع الخلايا الشائخة يمكن أن يكون مفيدًا جدًّا».

أظهرت المعالجات المناعية نتائج واعدة في الدراسات ما قبل السريرية؛ فقد طوّر باحثون في جامعة بروك جسمًا مضادًا أحادي النسيلة رائدًا (هو isoDGR-mAb) ومصمّمًا لاستهداف البروتينات التالفة المتراكمة والتخلّص منها، وهي إحدى العوامل الرئيسيّة المسببة للشيخوخة والأمراض المرتبطة بالعمر. أسهم هذا العامل، في التجارب الحيوانية، في إطالة العمر بشكلٍ ملحوظ، والحفاظ على الوظائف الإدراكية والمهارات الحركية وتقليل الالتهاب.

كما تستكشف أبحاث أخرى الإمكانات الأوسع للمعالجات المناعية في مكافحة الشيخوخة، من خلال استقصاء تأثير التراجع المناعي المرتبط بالعمر في فعّالية المعالجة (34، 35، 36). ومع أنّ هذه النتائج واعدة، لكنّ الخبراء مثل الدكتور نير بارزيلائي ينبّهون إلى أنّه لا بدّ من المزيد من التجارب السريرية ضرورية للتحقّق الكامل من فعّالية الاستخدام الواسع للمعالجات المناعية عندَ البشر.

تُتِيح تقنية التحرير الجينومي CRISPR-Cas9، وهي تقنية علمية ثورية، تعديلَ الحمض النووي من نوع DNA بدقّة متناهية؛ فمن خلال استهداف الجينات المرتبطة بالشيخوخة الخلوية، تحمل هذه التقنية إمكانات واعدة لتعزيز القدرات التجديدية وتأخير عملية الشيخوخة (37). لقد كشفت الاختبارات الجينية المعتمدة على CRISPR أكثر من 300 حذف أو تعطيل جيني قادرٍ على استعادة وظائف الخلايا الجذعية العصبية في الأدمغة المُسنّة، مسلّطةً الضوء على مسارات أو مسالك حيوية مثل نقل الغلوكوز وتنظيم الأهداب الخلوية بوصفها عناصر أساسية في مناوأة التدهور المعرفي (38، 39). وبما أنّ هذه التقنية تسمح بتعديلات فوق جينية أو تَخلُّقية أيضًا، فإنّها تمكّن من إعادة تنشيط الجينات الصامتة الضرورية لبقاء الخلايا ووظيفتها، ممّا يفتح آفاقًا علاجية جديدة لإطالة عمر الخلايا ومكافحة الأمراض المرتبطة بالتقدّم في العمر.

ومن المقارباتِ أو الأساليب الأخرى الواعدة إعادةُ البرمجة الخلوية الجزئية؛ فقد أظهرت الدراسات الحديثة أنّ هذا الأسلوب قادرٌ على تقليل العمر فوق الجيني أو التَّخلُّقي وتحسين قدرة الأنسجة على التجدّد، مع وجود أدلّة على إطالة العمر في الفئران من خلال التحريض المتقطّع لهذه العوامل (40). لقد أثبتت الأبحاث أنّ هذه العملية تُعيد الوظائف الميتوكوندرية، وتُقلّل مستويات الالتهاب، وهما عاملان أساسيّان في مسار الشيخوخة الخلوية (41). وقد برزت إعادة البرمجة الجزئية بوصفها منهجًا واعدًا لمناوأة مظاهر التراجع المرتبط بالعمر. وعلى خلاف إعادة البرمجة الكاملة إلى الخلايا الجذعية المحفَّزة المتعدّدة القدرات التي تنطوي على مخاطر تكوّن الأورام، فإنّ إعادة البرمجة الجزئية يمكنها التخفيف من الحالات المرتبطة بالتقدّم في السنّ دون التسبّب في نشوء السرطان (42). ورغم ما تحمله هذه التقنية من وعودٍ علمية، لا تزال هناك تحدّياتٌ جوهرية تحول دون تطبيق هذه النتائج سريريًّا، لا سيّما فيما يتعلّق بضمان السلامة والفعّالية عند البشر (43).

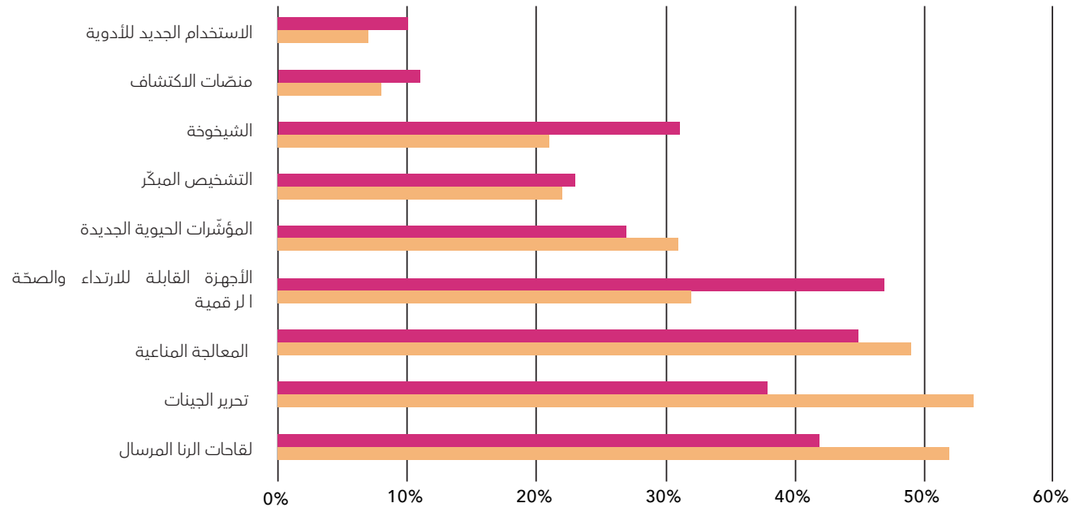
تتباين تقديرات أهمّية هذه التطوّرات جميعها تبعًا لِمَن تُتوجَّه إليه بالسؤال؛ فبحسب استطلاعنا الموجَّه لقطاع الأعمال، تشتمل أبرز الفتوحات العلمية خلال السنوات الثلاث الماضية على: لقاحات الرنا المرسال mRNA وتقنيات تحرير الجينات والمعالجات المناعية. ولكن، في حين أنّ العلماء في أمريكا الشمالية وأفريقيا يسلّطون الضوء على تقنيات

الرنا المرسال بوصفها التطوّر الأكثر أهمية (77 ٪ و 79 ٪ على الترتيب)، يُبدي باحثو منطقة آسيا والمحيط الهادئ حماسةً خاصّة تجاه تحرير الجينات 74 ٪ والمؤشّرات الحيوية الحديثة 67 ٪، أي أكثر من ضعفي المتوسّط العالمي.

أمّا العلماء الأوروبيون فيبدون حماسة لافتة تجاه التقدّم المحرز في أبحاث الشيخوخة الخلوية (بنسبة 43 ٪ مقابل 21 ٪ عالميًا).

الشكل 2

إدراك المستهلكين وتوقّعاتهم تجاه العمر الصحّي



التقدّم يدفع نحو مزيد من التعاون والتفاؤل

تزداد أهمّية التعاون العلمي بين التخصُّصات في دفع بحوث العُمُر الصحي؛ إذ إنّ الاختراقات في علم الشيخوخة كثيرًا ما تتطلّب خبرات تمتدّ عبر مجالات البيولوجيا والوراثة وعلم المناعة وعلوم البيانات. ويُجمِع الباحثون حول العالم على ضرورة دمج هذه التخصّصات لمعالجة تعقيد العوامل المحرّكة للشيخوخة، وترجمة المكتَشَفات إلى معالجات فعّالة، وقد أعرب ثلثا العلماء المشاركين في استطلاع قطاع الشركات والأعمال (68 ٪) عن رضاهم عن جودة ذلك التعاون البيني. يشرح السيّد خورخي كوندي، الشريك العام في شركة a16z Bio + Health قائلًا: «ثمّة ديناميكية مثيرة تتكشّف في صناعتنا؛ إذ نشهد تجربة طبيعية فريدة: فعندما يُثبَت أحد الأهداف العلاجية، ينطلق سباق عالمي لتطوير معالجات موجَّهة نحوه». كما يتنامى الشعور بالثقة في القدرة على تحويل علوم العُمُر الصحي إلى معالجات عملية قابلة للتطبيق؛ إذ يرى أكثر من ثلثي العلماء المشاركين في استطلاع قطاع الشركات (72 ٪) أنّ الأبحاث الجارية ستُفضي إلى معالجات ذات صلة سريرية.

لقد أصبحت هذه المعالجات السريرية المرتبطة بالعُمُر الصحّي أقرب إلى أن تغدو واقعاً. يقول الدكتور أليسون: «تقترب الخطوة التالية كثيرًا من فكرة إبطاء الشيخوخة الشاملة عبر عوامل أو إجراءات علاجية تُوجَّه نحو الشيخوخة، أي مداخلات أو حلول تُطيل متوسّط العمر وحدّه الأقصى، لا مجرّد الوقاية من مرض واحد أو معالجته». ويضيف: «لدينا كمّ كبير من البيانات الواعدة قبل السريرية، وقد بدأنا بالفعل في ترجمتها إلى تطبيقات بشرية، لكنّني لا أرى بَعْدُ دليلًا دامغًا، واضحًا وعُقنِعًا، في البشر».

«تقترب الخطوة التالية كثيرًا من فكرة إبطاء الشيخوخة الشاملة عبر عوامل أو إجراءات علاجية تُوجَّه نحو الشيخوخة»

د. ديفيد ب. أليسون

أستاذ طبّ الأطفال، صاحب الكرسي العلمي الممول (Endowed Chair)، مدير مركز أبحاث تغذية الأطفال التابع لوزارة الزراعة الأمريكية، كلّية الطبّ بجامعة بايلور

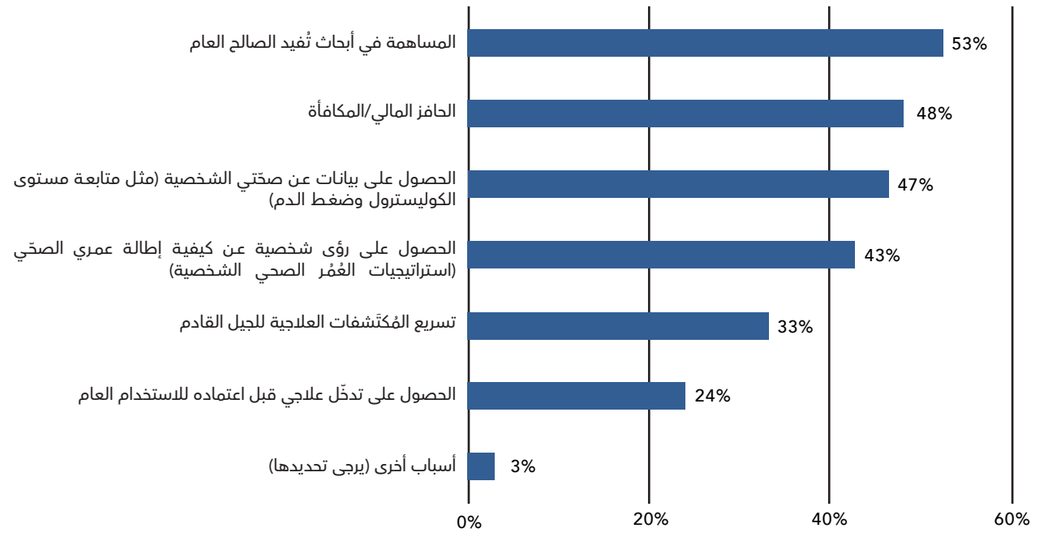
يُعدّ تزايد اهتمام الجمهور بالمشاركة في الأبحاث تطوّرًا إيجابيًّا مهمًّا؛ إذ أفاد 56 ٪ من المشاركين في استطلاع قطاع المستهلكين بأنّهم منفتحون على التطوّع في مشاريع البحث الطبّي. وترتفع هذه النسبة إلى 70 ٪ في أمريكا اللاتينية و 67 ٪ في أفريقيا؛ في حين يبقى الإقبال أقلّ في أوروبا (حيث لا يرغب 41 ٪ في المشاركة) وفي أمريكا الشمالية (32 ٪).

يرتبط مستوى الإلمام بمفهوم العُمُر الصحّي ارتباطًا وثيقًا بالمشاركة في الأبحاث؛ إذ شارك 38 ٪ من المشاركين في استطلاع قطاع المستهلكين، ممّن يرون أنفسهم مُلمّين تماماً بالمفهوم، في أبحاث علمية، مقابل 13 ٪ فقط ممّن وصفوا أنفسهم بأنّهم «غير مُلمّين أو مطّلعين» بفكرة العُمُر الصحي. ومع أنّ الدافع الأساسي للمشاركة هو دافعٌ إنساني (بنسبة 53 ٪)، لكنّ الحافز المالي ليس في منأى عنه لدى جمهور المستهلكين (48 ٪ عالميًا)، وترتفع هذه النسبة إلى 58 ٪ في أمريكا الشمالية، إذ يُعدّ الحافز المالي الدافع الأوّل للمشاركة. أمّا في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، فيميل المشاركون من فئة المستهلكين إلى التحفيز بدافع تسريع المكتَشَفات العلاجية للجيل القادم (43 ٪ مقابل 33 ٪ عالميًا)، وكذلك الرغبة في الحصول على التدخّل العلاجي قبل اعتماده للاستخدام العامّ (30 ٪ مقابل 24 ٪ عالميًا).

الشكل 3

أكثر دافع للمشاركة في أبحاث العُمُر الصحي هو العامل الإنساني، لكنّ الدافع الشخصي ليس ببعيد عنها

أيٌّ من العوامل التالية من المرجّح أن يدفعك للمشاركة في أبحاث العُمُر الصحي كمُتطوّع سليم (بيانات المستهلكين)



«نحن نطلب من المشاركين قدرًا كبيرًا من المعلومات؛ وهذا ما يتطلّب مستوى عاليًا من الثقة، وأعتقد أنّ ذلك يوضح وجود رغبة حقيقية لدى الناس».

د. راغب علي

المدير التنفيذي والمدير الطبّي التنفيذي لصحّتنا المستقبليّة

بالمقارنة، يميل المشاركون من أمريكا اللاتينية إلى إيلاء اهتمام أكبر للرؤى الشخصية بشأن صحّتهم (52 ٪) واستراتيجيات إطالة العمر الصحّي (50 ٪).

يتطلّب جذب المشاركين على نطاق واسع اعتمادَ أسلوب متنوّع. يُشير الدكتور راغب علي، الرئيس التنفيذي والمسؤول الطبي الأوّل في مؤسّسة صحّتنا المستقبلية: «لقد استخدمنا الصيدليات والوحدات المتنقّلة ومراكز التسوّق، ووفّرنا مئات المواقع».

كما نعمل مع المنظّمات المجتمعية لضمان استيعاب الأشخاص من جميع الاتّجاهات. لقد أُطلق البرنامج منذ عامين، وهو يجمع بين مصادر متعدّدة للمعلومات الصحّية وما يتعلّق بالصحّة، بما في ذلك البيانات الجينية والصحّية ونمط الحياة، من المتطوّعين في المملكة المتّحدة، لفهم العوامل المؤثّرة في المشكلات الصحّية. ومع مشاركة مليونَي متطوّع بالفعل، أصبح البرنامج الآن أكبر برنامج بحثي للوقاية في العالم.

كما يقول الدكتور علي: «نحن نطلب من المشاركين قدرًا كبيرًا من المعلومات؛ وهذا ما يتطلّب مستوى عاليًا من الثقة، وأعتقد أنّ ذلك يوضح وجود رغبة حقيقية لدى الناس» ورغم أنّ الدافع الإنساني كان مهمًا في انطلاق البرنامج، فإنّ الوصول إلى 5 ملايين مشارك (الهدف المعلن للبرنامج) سيتطلّب نهجًا أكثر تفصيلًا وتخصيصًا لكلّ فرد. ويضيف: «ليس كلّ شخص سينضم على أساس منفعة غامضة في المستقبل؛ فهناك من يريد فعلًا أن يعرف ما سيكتشفه، وكيف سيساعده ذلك. لذلك، فإنّ المرحلة التالية من البرنامج تهدف إلى تمكين المشاركين من معرفة مخاطر إصابتهم بالأمراض في المستقبل (مثل السكّري وأمراض القلب وسرطان الثدي وداء ألزهايمر وغير ذلك)، ومتى ستُكشَف هذه المخاطر».

إنّ اهتمام المستهلكين في بعض الدول قويّ إلى درجة أنّ فئة من «المتبنّين الأوائل» قد ظهرت. وتتميّز هذه الفئة باستعداد أكبر لدفع تكاليف التقنيات التشخيصية الجديدة مع انفتاح أكبر على تجربة الحلول المبتكرة. نحن بحاجة إلى المتبنّين الأوائل؛ إذ لا يمكننا الانتظار حتّى تقرّر الحكومات أنّ هذا ما تريده لشعوبها.

يضيف الدكتور هيلموت شويسلر، رئيس مجلس الإدارة والرئيس التنفيذي لشركة TVM Capital Healthcare في سنغافورة. «قد يحدث ذلك أو لا يحدث خلال مدّة زمنية معقولة؛ فهذا المجال يحتاج إلى نموّ من خلال المشاركة الخاصّة، وهذه المشاركة الخاصة ستأتي من الأفراد أنفسهم». كل الأشخاص الذين يدفعون الآن 10,000 أو 20,000 دولار أو أكثر هم المتبنّون الأوائل، وهم يدفعون هذا المبلغَ للحفاظ على صحّتهم الخاصّة. ولكن نتيجة لذلك، أنا مقتنع أنّ تأثير ذلك سيبدو خلال 10 إلى 20 سنة من الآن، حيث سيكون لدى الجميع تقريبًا القدرة على الوصول إليه بسعر أقلّ بكثير جدًّا».

«نحن بحاجة إلى المتبنّين الأوائل؛ إذ لا يمكننا الانتظار حتّى تقرّر الحكومات أنّ هذا ما تريده لشعوبها؛ فقد يحدث ذلك أو لا يحدث خلال مدة زمنية معقولة».

الدكتور هيلموت شويسلر

رئيس مجلس الإدارة والرئيس التنفيذي لشركة TVM Capital Healthcare

يُعزّز الابتكار السريع والطلب الاستهلاكي الكبير أهمّية مبدأ الاحتراز؛ وتُعدّ مستقبلات GLP-1 مثالًا على ذلك؛ فمع أنّ التقدّم سريع، لا تزال هناك مجهولات وتحدّيات مهمّة بحاجة إلى تقييم؛ فعلى سبيل المثال، رغم استخدامها بعض تطبيقات لعقود في معالجة السكّري، لا تزال التأثيرات الطويلة الأمد لتطبيقات أخرى بحاجة إلى تقييم كامل، ممّا يبرز ضرورة اعتماد أسلوب يضع السلامة والفعّالية والاعتبارات الأخلاقية في المقام الأوّل (59). وبالمثل، فإنّ ارتفاع تكلفة هذه المعالجة يحدّ من إمكانية الوصول إليها، ممّا يسلّط الضوء على الحاجة إلى موازنة دقيقة بين الابتكار الدوائي والقدرة على التحمّل المالي والعدالة في الوصول إلى المعالجة (60، 82، 83).

وهذا ما يجعل من كفاءتها وفعّاليتها إطارين أساسيين لتقييم المداخلات الطبّية. يشير الدكتور جوردان شلاين، مؤسّس ورئيس مجلس إدارة شركة Private Medical: يقع تقييم أيّ تدخّل طبي أساسًا على إطار ثنائي يجمع بين السلامة والكفاءة، فهما يشكّلان الأسُس التي يجب

أن ننقّي من خلالها جميع القرارات الطبّية والتشخيصية والعلاجية. كلّ تدقيق أقوم به يُقاس من خلال سؤال واحد: هل هو آمن، وهل هو فعّال؟ عندما يتحقّق كلا المعيارين، نواصل بثقة. أمّا إذا كان التدخّل ينطوي على سجلّ مثبت من حيث السلامة، لكنّه يفتقر إلى بيانات قوية بشأن الفعّالية، فإنّنا ندخل في مجال الطبّ الاحتمالي. ومع أنّ مثل هذه المداخلات أو الحلول قد تحمل مخاطر ضئيلة، لكنّ قيمتها العلاجية تبقى غير محدّدة. وما يثير القلق بشكل أكبر هو المُداخَلات التي تخفق في تحقيق كلا المعيارين؛ فإذا لم تكن آمنة ولا فعّالة، فينبغي تجنّبها تمامًا. وللأسف، يستمرّ الكثير من الناس في الانجراف نحو هذه الطريق، متأثّرين ومُعجَبين بما أسميه تأثير متلازمة الأشياء البرّاقة، والخوف من الفقدان (فوات الفرص) والقلق الوجودي، وكلّها تنتشر على وسائل التواصل الاجتماعي».

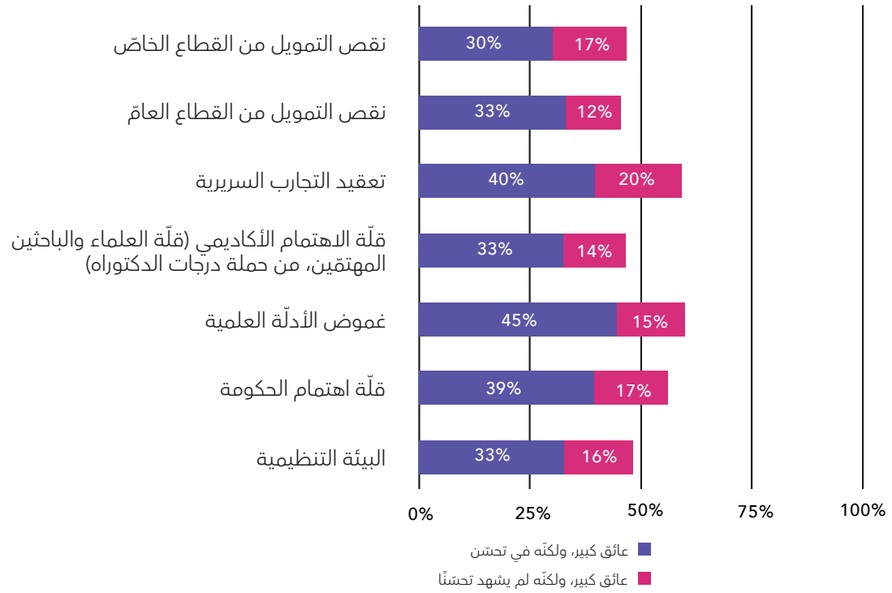
لا بدّ من بذل المزيد من الجهود

مع كلّ التقدّم الملحوظ، لا تزال هناك حواجز كبيرة تعيق توسيع نطاق أبحاث العُمُر الصحي. ولقد حدّد استطلاعنا الموجَّه لقطاع الأعمال أبرز التحدّيات، وهي تشتمل على تعقيد التجارب السريرية (60 ٪) وغموض الأدلّة العلمية (60 ٪) وقلّة اهتمام الحكومات (56 ٪) ونقص التمويل من القطاع الخاصّ (47 ٪). ومع ذلك، يُبدي العلماء تفاؤلًا حذِرًا بشكل عامّ، إذ يعتقد معظمهم أنّ الوضع يتحسّن فيما يتعلّق بهذه العقبات (انظر الشكل اللاحق). وتتوافق توقّعات التمويل مع هذا التفاؤل، حيث يتنبّأ ثلثا العلماء المشاركين في استطلاع قطاع الأعمال (67 ٪) بزيادة متواضعة في البحث والتطوير تصل إلى 20 ٪. ويُظهر الباحثون في أوروبا ومنطقة الشرق الأوسط تفاؤلًا خاصًّا، إذ يتوقّع 15-17 ٪ منهم زيادة التمويل بين 21 ٪ و50 ٪، أي بمقدار ضعفي المتوسّط العالمي.

الشكل 4

الحواجز أمام أبحاث العُمُر الصحي (وما إذا كانت تتّجه نحو التحسّن)

إلى أي مدى تُشكّل العناصر التالية عائقًا أمام توسيع نطاق أبحاث العُمُر الصحي؟
(استجابات العلماء المشاركين في استطلاع قطاع الأعمال - بيانات 2024 م)



يمثّل دور الجندر في العُمُر الصحّي مجالًا آخر يحتاج إلى مزيد من التقدّم. ترى الغالبية العظمى من العلماء المشاركين في استطلاع قطاع الأعمال (79 ٪) أنّ هناك حاجةً إلى مزيد من الأبحاث على ديناميكيات الشيخوخة عند الإناث مقابل الذكور لدعم وتطوير أبحاث العُمُر الصحّي بشكل أكثر عدالة، مع اتّفاق 37 ٪ منهم بشدّة على ذلك. كما يعتقد 56 ٪ أنّ تحسين البيانات عن الشيخوخة الصحّية بين الذكور والإناث أمر أساسي لدعم الابتكار في مجال العُمُر الصحّي. وبالمثل، اتّفق 83 ٪ من العلماء المشاركين على أنّ الجنس البيولوجي للمريض يجب أن يُؤخَذ بعين الاعتبار عند وضع حلول فعّالة للعُمُر الصحي، مع اتّفاق 50 ٪ منهم بشدّة على ذلك. أمّا بالنسبة لتمثيل الجندر داخل أوساط البحث العلمي، فيوافق 70 ٪ على وجود تمثيل متساوٍ بين الجنسين في مجتمع أبحاث العُمُر الصحي (29 ٪ منهم يوافقون بشدّة)، ويوافق 47 ٪ على أنّ مشاركة أكبر من العالمات الإناث ستكون «مهمة جدًا» لدعم الابتكار في أبحاث العُمُر الصحّي.

الشكل 5

أهمّيـــــة الجنـــــدر في أبحـــاث العُمُـــر الصحـــي ولأجلهـــــا

ما أهمّية الاعتبارات التالية لدعم الابتكار في أبحاث العُمُر الصحّي؟

لا بدّ من توافق بشأن المؤشّرات الحيوية المستحدثة

تُعَدّ المؤشّرات الحيوية المستجدّة ركيزةً أساسية في علوم العمر الصحّي، إذ تتيح أدواتٍ متقدّمة للتشخيص المبكّر والمداخلات الشخصية الدقيقة. ويشهد هذا المجال قفزةً ابتكارية غير مسبوقة، تكشف آفاقًا جديدة لفهم الآليّات البيولوجية العميقة التي تُحرّك مسار الشيخوخة.

- **ساعات العناصر الارتجاعية:** تشير الأبحاث الحديثة إلى أنّ متواليات جينيّة محدّدة مرتبطة بالعناصر الارتجاعية قد تسهم في عملية الشيخوخة. وتوفّر هذه الساعات البيولوجية المُستندة إلى العناصر الارتجاعية، المضمّنة في صميم الجينوم البشري، منظورًا جديدًا لقياس العمر البيولوجي الذي يختلف عن العمر الزمني التقليدي (44).
- **التعلّم الآلي ومجموعة المؤشّرات الحيوية:** لقد جرى توظيف طرائق التعلّم الآلي لاكتشاف نماذج محدّدة من المؤشّرات الحيوية المرتبطة بالشيخوخة الصحّية الخالية من الأمراض المزمنة. تكشف هذه النماذج مستوياتٍ مثاليةً لموادّ معيّنة في الجسم، مثل المستويات المرتفعة للكوليسترول الجيّد HDL والأديبونِكتين وبروتينات الارتباط بعامل النموّ الشبيه بالأنسولين IGFBP، والمستويات المنخفضة للدهون الثلاثية (ثلاثيّات الغليسيريد). وترتبط هذه الشواكل أو البصماتُ الحيوية بانخفاض مخاطر الإصابة بالأمراض المزمنة الرئيسية مع التقدّم في العمر (45).
- **الساعات اللاجينية أو فوق الجينية:** تقيس الساعاتُ اللاجينية نماذجَ مَثْيلةِ الدنا DNA عبر الجينوم لتقدير العمر البيولوجي. وبالاستفادة من تقنيات التعلّم الآلي المتقدّمة، ابتكر العلماء ساعةً لاجينية جديدة تستطيع التمييزَ بين المتغيّرات الجينية التي تُبطِئ الشيخوخة أو تُسرّعها. ويتميّز هذا النموذج المبتكر بقدرته على توقّع العمر البيولوجي بدقّة أعلى (46، 47).
- **المؤشّرات الحيوية البروتينية:** من خلال تحليل أكثر من خمسة آلاف بروتين في عيّنة واسعة من البالغين المتقدّمين في السنّ (ما بين 65 و 95 عامًا)، تمكّن الباحثون من اكتشاف تغيّرات جوهرية مرتبطة بالعمر في مستويات البروتينات. وقد أظهر هذا التحليل المُعتمِد على تقنية رائدة، تُسمّى المتمّمات المعدّلة ذات معدّل الانفصال البطيء، عن تقلّبات كبيرة في مئات البروتينات، بما في ذلك تلك المعنيّة بتخرّب الأنسجة والعمليات الخلوية. وتؤكّد هذه النتائج الدورَ المحوريّ الذي يؤدّيه تَدرّك البروتين في مسار الشيخوخة (48).
- **المؤشّرات الحيوية الرقمية:** من خلال المراقبة المستمرّة للحالة الفيزيولوجية للفرد، وسلوكيّاته والعوامل البيئية المحيطة به، توفّر المؤشّرات الحيوية الرقمية بيانات في الوقت الفعلي فهمًا شاملًا لصحّته العامّة. وتُمكّن هذه الثروة من المعلومات المتخصّصين في الرعاية الصحّية من تحديد المخاطر الصحّية المحتملة ومعالجتها بشكل استباقي، وتصميم خطط علاجية مخصّصة للأفراد المصابين بالأمراض المزمنة غير السارية (49).

هناك حاجة إلى التوافق على هذه المؤشّرات لدفع عجلة التقدّم، حيث يجب أن ندرك أنّ الحلّ قد ينبع من توليفة من المؤشّرات الحيوية مدعومة بالذكاء الاصطناعي والفهرسة المتقدّمة. يقول الدكتور إريك فيردين: «ستكون المؤشّرات الحيوية محورًا أساسيًا، حيث توفّر الأساس لأكثر العلوم جدّيةً ورسوخًا. وهذا هو المفهوم الذي يجب أن يوجّه جهودنا جميعًا، ما لم نرغب في بيع الأحلام فقط». وتُعدُّ المبادرات والجهود، مثل اتّحاد مؤشّرات الشيخوخة الذي يهدف إلى تعزيز التعاون وتشارك البيانات لوضع مؤشّرات موثوقة للشيخوخة، وتحالف هيفولوشن لمؤشّرات الشيخوخة، من التطوّرات المهمّة في هذا الصدد بشكل خاصّ.

«ستكون المؤشّرات الحيوية محورًا أساسيًا، حيث توفّر الأساس لأكثر العلوم جدّيةً ورسوخًا. وهذا هو المفهوم الذي يجب أن يوجّه جهودنا جميعًا، ما لم نرغب في بيع الأحلام فقط»

الدكتور إريك فردين

الرئيس والمدير التنفيذي، معهد بوك لأبحاث الشيخوخة

الاتجاهات

تشير الاستثمارات في أبحاث العُمُر الصحّي والتقدّم في تطوير الأدوية (مثل ناهِضات مستقبلات GLP-1 والمعالجات المضادّة للشيخوخة) والتقنيات المبتكرة مثل كريسبر CRISPR واللقاحات من نوع الرنا المرسال، إلى تزايد الزخم نحو إطالة مراحل الحياة الصحّية. كما يُسهم التعاون المتعدّد التخصّصات وزيادة مشاركة الجمهور بشكل أكبر في دفع عجلة التقدّم.

الأدلّة

تشهد أبحاث العُمُر الصحّي تقدّمًا سريعًا، حيث تُجرى تجارب على العوامل الحالّة للخلايا الهَرِمة لاستهداف الشيخوخة الخلوية؛ وتُظهر بعض المركّبات مثل الميتفورمين والرابامَيْسين وناهضات مستقبلات GLP-1 إمكاناتٍ علاجيةً واسعة النطاق. كما تُعزّز بعض الأدوات، مثل كريسبر CRISPR وإعادة برمجة الخلايا والمؤشّرات الحيوية، فعّاليةَ المداخلات في الشيخوخة، وذلك بمساندة التعاون العلمي العالمي.

مسارات التسريع

سيكون التوافق على المؤشّرات الحيوية، بالإ ضافة إلى التركيز على السلامة والفعّالية، أمرًا أساسيًا. كما ستكون هناك حاجة إلى إيلاء اهتمام أكبر للجوانب المرتبطة بالجندر في أبحاث العُمُر الصحّي.

03
الاستثمـــار

الاستثمار في العمر الصحّي تضاعف سنة 2024 م

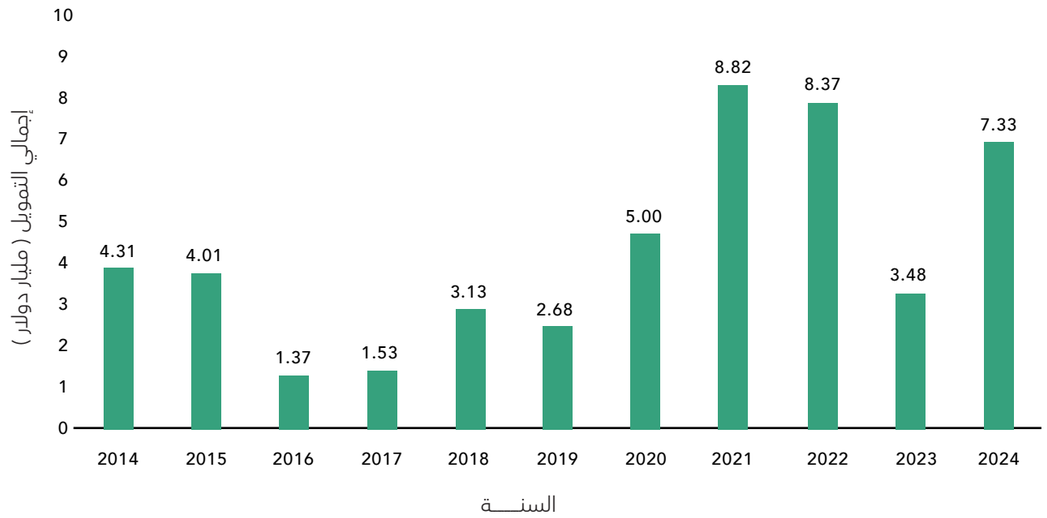
هناك ترابط بين الاستثمارات في مجالي العُمُر الصحّي وإطالة العُمر، لكنّها تظلّ متمايزة من حيث الطبيعة والهدف؛ فالفضاء الاستثماري الأوسع في قطاع إطالة العُمر يشمل مجالات أخرى مثل الفحوص التشخيصية المخصّصة للمستهلك والمكمّلات وعيادات إطالة العُمر وتقنيات التجميل المتقدّمة. أمّا استثمارات العُمُر الصحّي فتركّز، على النقيض من ذلك، على المداخلات أو الحلول العلمية المبنيّة على الأدلة التي تهدف إلى إطالة السنوات الصحّية وجودة الحياة، وليست إطالة العُمر هدفًا لها بحدّ ذاته، وإن كان قد يتحقّق أحيانًا بوصفه أثرًا جانبيًا إيجابيًا لهذه المُداخلات.

وحتّى يومنا هذا، لا يوجد قاعدة بيانات مُعتمَد عليها لتتبّع الاستثمارات في مجال العُمر الصحّي. وفي هذا الإصدار الثاني، جرى تحقيق ذلك بالاستناد إلى بيانات شركة الأبحاث Longevity. Technology، ثمّ تضييق نطاق المجالات وحصرها بتلك الواردة في الملحق 1. تمثّل هذه المجالات، بمجموعها، إطارًا أدقّ لتعقّب استثمارات العُمر الصحّي مقارنةً بالحيّز الأوسع لقطاع إطالة العُمر؛ ولكنّها تبقى تقديرًا تقريبيًا ينبغي التعامل معه على هذا الأساس. وبعد ذلك تُدمَج البيانات مع الرؤى المستخلَصة من استطلاعنا الخاص الموجّه لقطاع الأعمال، لتقديم رؤية معمّقة عن مناخ الاستثمار الذي يُعيد تشكيلَ مستقبل مجالَي العُمر الصحّي وإطالة العُمر الصحّي.

شهدت استثمارات العُمر الصحّي خلال العقد الماضي تقلّبات حادّة؛ إذ بدأت عند 4.13 مليار دولار سنة 2014 م، ثمّ تعرّضت لسلسلة من الزيادة والنقصان قبل أن تبلغ ذروتها التاريخية عند 8.82 مليار دولار سنة 2021 م. ومع أنّ القطاع حافظ على زخم قوي باستثمارات بلغت 8.37 مليار دولار سنة 2022 م، فقد شهد هبوطًا حادًّا إلى 3.48 مليار دولار في 2023 م، قبل أن يستعيد عافيته بقوّة سنةَ 2024 م ليصل إلى 7.33 مليار دولار، أي أكثر من ضعفي ما كان في المدّة المماثلة السابقة.

الشكل 6

استثمارات العُمر الصحّي خلال العقد الأخير (2014-2024 م)

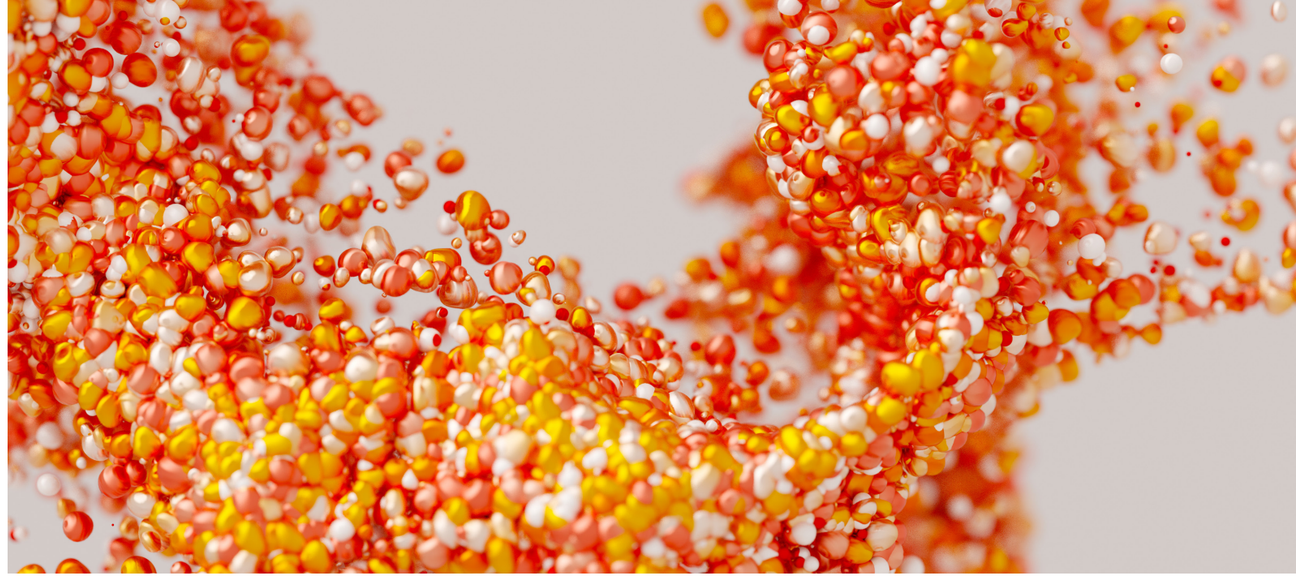


نشاط تمويل شركات إطالة العمر الصحّي بين سنتَي 2014 و 2024 م بمليارات الدولارات. اشتملت أنواع الصفقات الداخلة في التحليل على: Accelerator/Incubator و Angel و Corporate و Early-Stage VC و Later Stage VC و Equity Crowdfunding و IPO و PE Growth/Expansion و PIPE و Public Investment Second Offering و Seed Round. وقد اشتملت المجالات التي خضعت للتحليل على: عِلْمَي الوراثة والتشخيص ومعالجات الشيخوخة والصحّة الإنجابية ومنصّات الاكتشاف وأدوية إطالة العمر الصحّي والصحّة المناعية والتجديد الأيضي أو الاستقلابي والمِكْروبيوم والتكنولوجيا العصبية واستعادة الشباب وإعادة البرمجة الخلوية والاستخدام الجديد للأدوية وعلم الأدوية العصبية والتثقيف. وقد أُجري هذا التحليل من قِبل شركة Longevity. Technology استنادًا إلى بيانات Pitchbook حتّى 9 ديسمبر 2024 م، وبالاعتماد على عيّنة من 889 شركة.

تتركّز أغلبية هذه الاستثمارات في الولايات المتّحدة، التي تحتضن 58 ٪ من شركات إطالة العمر الصحّي حتّى سنة 2024 م. ومع أنّ هذا الواقع يؤكّد الدورَ المحوري لهذه الجغرافيا في سوق العمر الصحّي عالميًا، فإنّ مناطق أخرى شهدت تطوّرات لافتة هي الأخرى؛ إذ تستأثر أوروبا بنسبة 15 ٪ من هذه الشركات، تليها المملكة المتّحدة بنسبة 10 ٪.

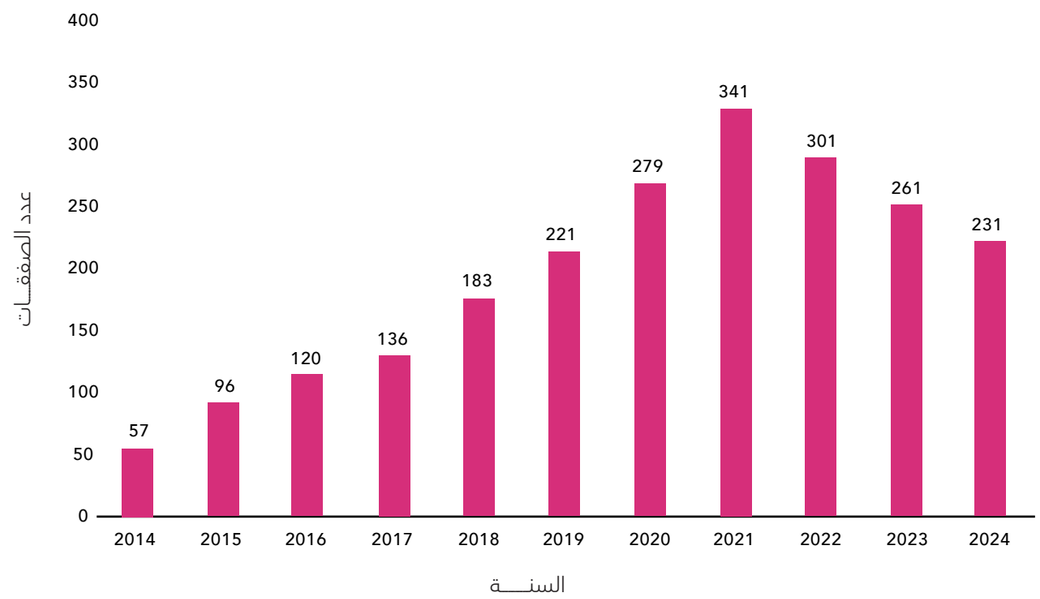
وإن تشابهت هذه المناطق في وجوه عدّة، فإنّ لكلٍّ منها محرّكات سوقية مختلفة تؤثّر فيها؛ فإلى جانب العوامل الواضحة المتمثّلة في ارتفاع كلفة أنظمة الرعاية الصحّية القائمة على معالجة الأمراض، أو كلفة رعاية كبار السن، أسهم استطلاعنا في إيضاح بعض الفروق الإقليمية؛ فعلى سبيل المثال، يُنظَر إلى التفاؤل الإيجابي تجاه التقانات الحيوية بوصفه محرّكًا رئيسيًا للاستثمار في العمر الصحّي داخل الاتّحاد الأوروبي (44 ٪)، في حين يُعدّ دخول المستثمرين التقليديين إلى هذا القطاع محرّكًا مهمًّا لمستثمري قطاع الأعمال في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا (46 ٪ مقابل 28 ٪ عالميًا).

وقد ازدادت قيمة الصفقات كذلك على مرّ السنوات، إذ جرى استثمار 7.3 مليارات دولار في 231 صفقة ضمن نطاق الاستثمار المتابعة في سنة 2024 م، مقابل 5 مليارات دولار وُظّفت في 279 صفقة سنة 2020 م، وهو ما يمثّل زيادة قدرها 77 ٪ في متوسّط حجم الصفقة خلال هذه المدّة. ويعود ذلك بدرجة كبيرة إلى استثمارات المراحل المتأخّرة، التي تُعدّ أكثر تقدّمًا، حيث أصبحت المعالجات في المراحل السريرية المتقدّمة تجتذب رؤوس أموال أكبر، في دلالة على نضوج هذا الحقل العلمي والبحثي.



الشكل 7

صفقات الاستثمار في العمر الصحّي بحسب الزمن

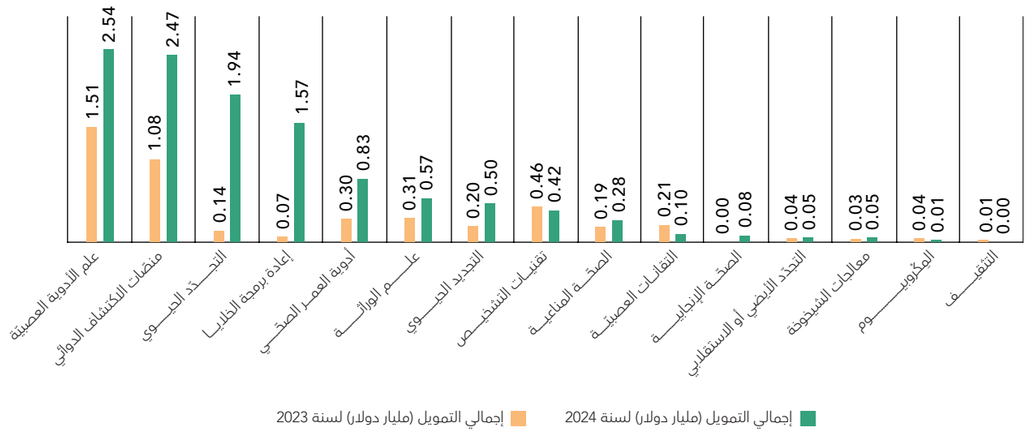


النشاط التمويلي لشركات العمر الصحّي بين سنتَي 2014 و 2024 م بمليارات الدولارات. اشتملت أنواع الصفقات الداخلة في التحليل على: Accelerator/Incubator و Angel و Corporate و Early-Stage VC و Later Stage VC و Equity Crowdfunding و IPO و PE Growth/Expansion و PIPE و Public Investment Second Offering و Seed Round. وقد اشتملت المجالات التي خضعت للتحليل على: عِلْمَي الوراثة والتشخيص ومعالجات الشيخوخة والصحّة الإنجابية ومنصّات الاكتشاف وأدوية إطالة العمر الصحّي والصحّة المناعية والتجديد الأيضي أو الاستقلابي والمِكْروبيوم والتكنولوجيا العصبية وإعادة البرمجة الخلوية والاستخدام الجديد للأدوية وعلم الأدوية العصبية والتثقيف. وقد أُجري هذا التحليل من قِبل شركة Longevity.Technology استنادًا إلى بيانات Pitchbook حتّى 9 ديسمبر 2024 م، وبالاعتماد على عيّنة من 889 شركة.

لا يزال مشهد الاستثمارات متنوّعًا، إذ تتصدّر الأدوية العصبية هذه السنة بقيمة 2.54 مليار دولار، تليها منصّات الاكتشاف بمقدار 2.47 مليار دولار، ثمّ مجال التجدّد الحيوي (تجديد الشباب) بمقدار 1.94 مليار دولار. وتشير الاتّجاهات الراهنة إلى عودة الاهتمام بالأصول العلاجية الموجّهة لأمراض محدّدة، بدلًا من منصّات الاكتشاف التي تُنتِج طيفًا واسعًا من الخيارات الدوائية.

الشكل 8

استثمارات العُمر الصحّي خلال العقد الأخير (2014-2024 م)



إجمالي الاستثمار (بمليارات الدولارات) بحسب المجال في سنة 2023 م مقارنةً بسنة 2024. اشتملت أنواع الصفقات الداخلة في التحليل على: Accelerator/Incubator و Angel و Corporate و Early-Stage VC و Later Stage VC و Equity Crowdfunding و IPO و PE Growth/Expansion و PIPE و Public Investment Second Offering و Seed Round. أمّا المجالات التي خضعت للتحليل فقد اشتملت على: عِلْمَي الوراثة والتشخيص ومعالجات الشيخوخة والصحّة الإنجابية ومنصّات الاكتشاف وأدوية إطالة العمر الصحّي والصحّة المناعية والتجديد الأيضي أو الاستقلابي والمِكْروبيوم والتكنولوجيا العصبية واستعادة الشباب وإعادة البرمجة الخلوية والاستخدام الجديد للأدوية وعلم الأدوية العصبية والتثقيف. وقد أُجري هذا التحليل من قِبل شركة Longevity.Technology استنادًا إلى بيانات Pitchbook حتّى 9 ديسمبر 2024 م، وبالاعتماد على عيّنة من 889 شركة.

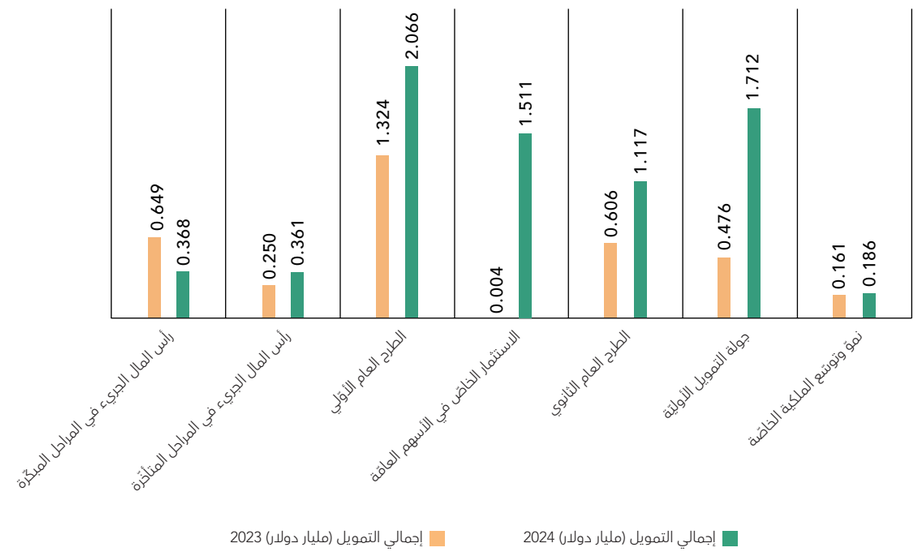
هذا المجال يجذب طيفًا واسعًا من المستثمرين

على امتداد تقلّباته، حافظ القطاع على قدرته الصُّلْبة في مواجهة مختلف الدورات الاقتصادية، مستوعبًا استثماراتٍ تمتدّ عبر قنوات عدّة تشمل تمويل المسرّعات وحاضنات الأعمال ورأس المال الجريء، وتمويل الأسهم الجماعي، وعمليات الطرح العام الأوّلي، وتوسعات النموّ في الملكية الخاصّة. وفي سنة 2024 م، تصدّر رأس المال الجريء في المراحل المتقدّمة قائمةَ مصادر التمويل بإجمالي بلغ 2 مليار دولار (56+ ٪ على أساس سنوي)، تلاه الطرح العام الثانوي بقيمة 1.7 مليار دولار (260+ ٪ على أساس سنوي)، ثمّ الاستثمار الخاصّ في الأسهم العامّة، وقد تتضاعف ذلك تقريبًا من 0.6 مليار دولار في 2023 م إلى 1.12 مليار دولار في 2024 م.

وقد عاد استثمار الملكية الخاصّة للارتفاع، من مستوى شبه منعدم في 2023 م إلى 1.5 مليار دولار في 2024 م. ويشير ذلك، بالإضافة إلى الاستثمار الخاصّ في الأسهم العامّة وقفزة الطروحات العامّة الثانوية، إلى نضوج المواقف تجاه الاستثمار في المراحل المتأخّرة والاستثمار المؤسّسي في شركات العمر الصحّي.

الشكل 9

استثمارات العمر الصحّي بحسب المرحلة (2024 م مقابل 2023 م)



النشاط التمويلي لشركات العمر الصحّي لسنة 2023 م مقابل سنة 2024 م بمليارات الدولارات. اشتملت أنواع الصفقات الداخلة في التحليل على: Early-Stage VC و Later Stage VC و IPO و PE Growth/Expansion و PIPE و Public Investment و Second Offering و Seed Round. وقد اشتملت المجالات التي خضعت للتحليل على: عِلْمَي الوراثة والتشخيص ومعالجات الشيخوخة والصحّة الإنجابية منصّات الاكتشاف وأدوية إطالة العمر الصحّي والصحّة المناعية والتجديد الأيضي أو الاستقلابي والمِكْروبيوم والتكنولوجيا العصبية واستعادة الشباب وإعادة البرمجة الخلوية والاستخدام الجديد للأدوية وعلم الأدوية العصبية والتثقيف. وقد أُجري هذا التحليل من قِبل شركة Longevity. Technology استنادًا إلى بيانات Pitchbook حتّى 9 ديسمبر 2024 م، وبالاعتماد على عيّنة من 889 شركة.

لقد حدث ضخّ مهمّ لرأس المال التحفيزي أيضًا؛ فمثلًا، ظهرت مؤسّسة هيفولوشن كأبرز داعم خيري عالمي لبيولوجيا الشيخوخة وعلوم العمر الصحّي الناشئة، إذ خصّصت أكثر من 400 مليون دولار لهذا المجال خلال أكثر من عامين بقليل (50). وبصفتها أكبر مموّل رئيسي منفرد، مارست هيفولوشن دورًا محوريًا أيضًا في إنشاء مسابقة XPRIZE Healthspan بقيمة 101 مليون دولار، حيث أُطلِقت خلال القمّة العالمية للعمر الصحّي عام 2023 م (51).

التوقّعات متفائلة وحذرة معًا

بينما يُتوقّع أن ينمو الإنفاق على البحث والتطوير، فإنّ معنويات المستثمرين قد هدأت مقارنةً بالسنوات السابقة.

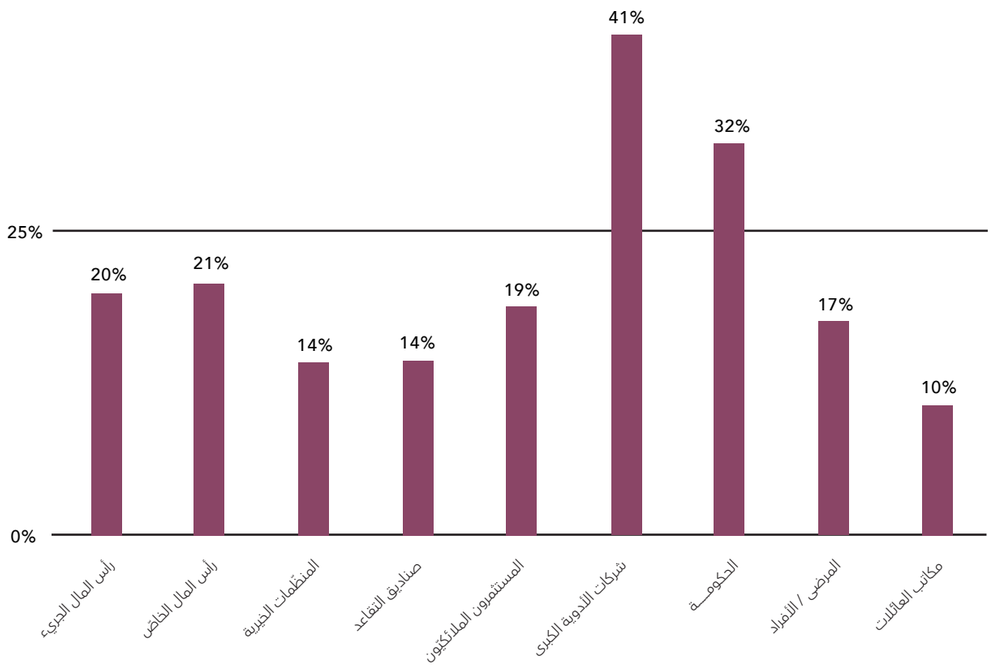
إذ يتوقّع 71 ٪ فقط من مستثمري قطاع الأعمال زيادة صافية في الإنفاق على البحث والتطوير خلال السنوات الخمس القادمة، بانخفاض عن نسبة 93 ٪ المسجّلة في 2023 م. ويشير ذلك إلى التوقّعات بأن تستقرّ الاستثمارات بدلًا من أن تشهد زيادة كبيرة، مع اعتقاد 32 ٪ من المستثمرين عالميًا بأنّ القطاع يحظى بتمويل كافٍ بالفعل. وتجدر الإشارة إلى أنّ أمريكا الشمالية وأمريكا اللاتينية أكثر تفاؤلًا بشأن المناخ الحالي، إذ يرى 36 ٪ و 20 ٪ من المستثمرين على الترتيب أنّ القطاع جاهز للاستثمار، أي أعلى بكثير من المتوسّط العالمي البالغ 13 ٪. وبالمقابل، تبقى منطقة آسيا والمحيط الهادئ أكثر حذرًا، إذ يرى 37 ٪ من المستثمرين أنّ بيئة الاستثمار ليست جاذبة كثيرًا بعد. لم يكن هناك حاجة أكبر لدعم انتقال علوم العمر الصحّي من مختبرات الجامعات إلى كيانات تجارية مموّلة جيّدًا. وكما يتّضح في مخطط «استثمارات العمر الصحّي بحسب المرحلة»، فإنّ نشاط الاستثمار في الشركات المبكّرة المرحلة منخفض للغاية، مع تراجع استثمارات رأس المال الجريء في المراحل المبكّرة بين 2023 و 2024 م. وتزداد الفجوة بين مِنَح البحث والتطوير والشركات السريرية في المراحل المتأخّرة، ممّا يعني أنّ العلوم الأكثر خطرًا، مع أنّها ذات إمكانات اختراقية في العمر الصحّي، ليست في وضع جيّد لتحقيق كامل إمكاناتها.

من المتوقّع أن تشهد معظم المجالات التي رصدها استطلاعنا زيادة في النشاط الاستثماري. كما نلاحظ تنوّعًا متزايدًا في مجالات الاستثمار، حيث يتوقّع 16-21 ٪ من المستثمرين الذين شملهم الاستبيان البدء بالاستثمار في أدوات التشخيص المبكّر (20 ٪)، والمؤشّرات البيولوجية المستجدّة (16 ٪)، والشيخوخة (17 ٪)، وإعادة برمجة الخلايا (21 ٪) خلال السنوات الثلاث القادمة.

من خلال نظرة إلى المستقبل، يتوقّع مستثمرو قطاع الأعمال زيادةً كبيرة في استثمارات العمر الصحّي من شركات الأدوية الكبرى (41 ٪) ومن الحكومة (32 ٪) خلال العامين القادمين. ويدلّ ذلك جزئيًا على توقّع مستثمري قطاع الأعمال بأنّ هاتين الجهتين الفاعلتَيْن يمكنهما، بل يجب أن يقودا، تطوير حلول العمر الصحّي (انظر فصل السياسات لمزيد من التفاصيل). كما يتوقّع واحد من كل خمسة مستثمرين من قطاع الأعمال زيادةً كبيرة في الاستثمار من رأس المال الجريء ورأس المال الخاصّ في مجال العمر الصحّي.

الشكل 10

من المتوقّع أن تزيد شركات الأدوية والحكومات استثماراتها



رغم النموّ، لا يزال قطاع العمر الصحّي يعاني نقصًا شديدًا في الاستثمار

شهدت سنة 2024 م تطوّرات واعدة، لكن هناك حواجز مهمّة أمام الاستثمار لا تزال قائمة. ويظلّ نقصّ الوعي العامّ أبرز هذه الحواجز بحسب مستثمري قطاع الأعمال، يليه غياب الأطُر التنظيمية (بعد أن ارتفع عددها من 8 في السنة الماضية) ونقص الخبراء الصناعيين (وهي مشكلة شديدة الوطأة في منطقة آسيا والمحيط الهادئ وأفريقيا، حيث يمثّلها أكثر من نصف مستثمري قطاع الأعمال المشاركين في الاستطلاع). كما يواجه الكثير من المستثمرين في أوروبا ومنطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا صعوبةً في التمييز بين الضجيج الإعلامي والواقع (بنسبة 49 ٪ و 45 ٪ على الترتيب). ويؤكّد ذلك الحاجة إلى بيانات وسرديّات أوضح لتوجيه استثمارات العمر الصحّي.

جدول 1

أكبر الحواجز أمام الاستثمار على نطاق واسع في قطاع العمر الصحّي

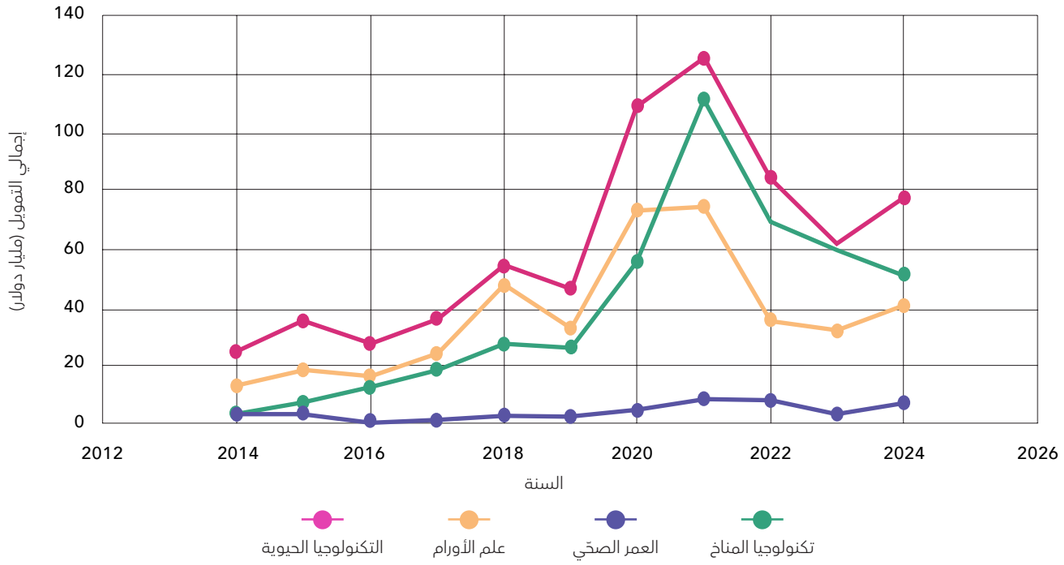
(آراء مستثمري قطاع الأعمال)

أكبر الحواجز (الترتيب)	2024	2023
#1	نقص الوعي العام (59 ٪)	نقص الوعي العام (50 ٪)
#2	غياب الأطُر التنظيمية (46 ٪)	نقص الخبراء الصناعيين (47 ٪)
#3	نقص الخبراء الصناعيين (46 ٪)	نقص الأدلّة العلميّة (39 ٪)
#4	نقص الأدلّة العلميّة (46 ٪)	غياب حالة الاستثمار (34 ٪)

من المهمّ الإشارة إلى أنّ قطاع العمر الصحّي لا يزال يعاني نقصًا حادًّا في الاستثمارات مقارنةً بحجم التحدّي؛ فبمقارنة بسيطة مع قطاعات صحّية أخرى وقطاعات تكنولوجية تستهدف مواجهة المخاطر العالمية المؤثّرة في الأنظمة – التي تعاني جميعها نقصًا في التمويل – يظهر مدى البُعد الذي لا يزال يفصل قطاع العمر الصحّي عن تحقيق الاستثمارات الكافية لمعالجة الفجوة الصحّية على المستوى العالمي.

الشكل 11

الاستثمار في العمر الصحّي: في ارتفاع مستمرّ لكنّه بعيد عن المطلوب



«نشاط تمويل قطاعات إطالة العمر والتكنولوجيا الحيوية وعلم الأورام وتقنيات المناخ (بمليارات الدولارات) خلال المدّة 2014–2024م». تشتمل أنواع الصفقات المندرجة في التحليل على: المسرّعات/حاضنات الأعمال والمستثمرين الملائكيين والاستثمار المؤسّسي ورأس المال الجريء للمرحلة المبكّرة ورأس المال الجريء للمرحلة المتأخّرة والتمويل الجماعي بالأسهم والطروحات الأوّلية للاكتتاب العام ونموّ الأسهم وتوسّعها والاستثمار الخاصّ في الأسهم والطروحات الثانوية العامّة وجولات التمويل الأوليّة. ويستند التحليل إلى بيانات منصّة PitchBook حتّى 9 ديسمبر 2024 م، ويضمّ: 889 شركة في مجال العمر الصحّي، و 33,698 شركة في التكنولوجيا الحيوية، و 12,829 في علم الأورام، و 43,743 شركة في تقنيات المناخ، وذلك وفق تصنيف شركة Longevity.Technology.

التسريع يتطلّب استراتيجيات استثمارية ذات تركيز واضح وآفاق زمنية مناسبة

أصبح العمرُ الصحّي يتبلور تدريجيًا كسرديّة استثمارية مستقلّة بذاتها، إذ إنّ 48 ٪ من مستثمري قطاع الأعمال يعتمدونه أطروحةً استثمارية مخصّصة – وترتفع هذه النسبة إلى 57 ٪ في الاتّحاد الأوروبي. أمّا في أميركا اللاتينية، فالنسبة أقلّ بكثير (33 ٪)، حيث يُدمَج العمر الصحّي ضمن التركيز الأوسع على الرعاية الصحّية (47 ٪). وفي المقابل، يرى ما يقارب ربع مستثمري قطاع الأعمال في منطقة آسيا والمحيط الهادئ (22 ٪) أنّ استثماراتهم في العمر الصحّي تقع ضمن اهتمامهم الأشمل بالتكنولوجيا – وهي نسبة تعادل ضعفي المتوسّط العالمي البالغ 10 ٪. وتكشف هذه الفروق الإقليمية عن تباينات واضحة في المقاربات التي تشكّل ملامح الاستثمار في هذا المجال. يقول الدكتور هيلموت شوسلر، رئيس مجلس الإدارة والرئيس التنفيذي لشركة TVM Capital Healthcare في سنغافورة: «إنّ قطاع العمر الصحّي لا يزال أصغر بكثير من مجالات الاستثمار الصحّي الأخرى، لكنّه ينمو بسرعة كبيرة. والسؤال الجوهري هو: كيف سنُدير التحوّل المجتمعي من رعاية المرض إلى الرعاية الحقيقية للصحّة بوصفها محورَ أنظمتنا الصحّية؟».

سيصبح اعتمادُ تعريف واضح لرسم حدود الفضاء الاستثماري شرطًا أساسيًا لنجاح أيّ استراتيجية استثمارية. ولذلك، يؤكّد السيد خورخي كوندي، الشريك العام في شركة a16z Bio + Health، أنّ الوصول إلى تعريف دقيق للعمر الصحّي يمثّل حجرَ الزاوية من منظور الفئة الاستثمارية؛ ويقول: «حينما نتحدّث عن الاستثمار في العمر الصحّي، فإنّ التركيز ينصبّ على خفض معدّلات الأمراض الحادّة؛ فمعالجة المرض هي في نهاية المطاف نقطة الدخول - «رأس الحربة» - التي تدفع بمسار الاستثمار في هذا المجال».

يمثّل توزيعُ الموارد بحسب آفاقٍ زمنية مختلفة، عبر محاور ومبادرات مترابطة وذات مغزى، عنصرًا حاسمًا في تطوير محفظة استثمارية فعّالة. وبالنسبة إلى اللاعبين الكبار ذوي الميزانيات القوية، يوصي السيّد جوناثان سايموندز، رئيس مجلس إدارة GSK، بتقسيم الاستثمارات إلى ثلاثة آفاق زمنية مميّزة، أو ما يسمّيه «المناطق الزمنية». ويقول: «المنطقة الزمنية الأولى هي مدى انتباه الأسواق المالية، وتمتدّ من عام إلى ثلاثة أعوام. أمّا المنطقة الزمنية الثانية فتتعلّق بكيفية تحقيق النموّ خلال خمس سنوات، وهي تعتمد على خطّ الابتكار المتقدّم والواضح. غير أنّ المثير حقًّا هو المنطقة الزمنية الثالثة، وهي مدّة خمس إلى عشر سنوات، حيث يجري بناء وتجميع التقنيات التي ستقودك خلال عقد قادم».

مع أنّ إطالة العمر الصحّي تُعدّ في هذه المرحلة مبادرة تنتمي بشكل رئيسي إلى المنطقة الزمنية الثالثة بالنسبة لكبرى الشركات الدوائية، فإنّ فرص الاستثمار في هذا

«حينما نتحدّث عن الاستثمار في العمر الصحّي، فإنّ التركيز ينصبّ على خفض معدّلات الأمراض الحادّة؛ فمعالجة المرض هي في نهاية المطاف هو نقطة الدخول - «رأس الحربة» - التي تدفع بمسار الاستثمار في هذا المجال».

السيد خورخي كوندي

الشريك العام في شركة a16z Bio + Health

المجال حاضرة عبر جميع الآفاق الزمنية في أيّ وقت؛ فتعزيزُ محفظة الأمراض المُعْدِية، بما يشمل المستجيبين للمعالجة وغير المستجيبين، يُمثّل مثالًا واضحًا على مبادرات المنطقة الزمنية الثانية، وكذلك الأمر بالنسبة لتطوير حلول وخدمات تُسهِم في تحسين الالتزام العلاجي بالمنتجات المتوافرة في الأسواق. يشير السيّد جوناثان سيموندز إلى تحدٍّ محوري بقوله: «حتّى عندما تكون الأدوية فعّالة، لا يتناولها الناس. وهذه فجوة في العمر الصحّي منشؤها ضعف الامتثال للمعالجة، وليس نقص المعالجات المتاحة». أمّا في المنطقة الزمنية الأولى، فينصبّ التركيز على قيام الشركات بمراجعة محافظها الحالية من منظور الوقاية، بهدف تحديد الأسواق التي يمكن تطبيق هذا الأسلوب عليها بفاعلية وجدوى تجارية.

قد يكون العمل عبر آفاق زمنية متعدّدة وطويلة المدى تحدّيًا بالنسبة للمستثمرين العاملين في المراحل المبكّرة من السلسلة الاستثمارية. يقول السيد كوندي: «ما تراه الشركات الدوائية حقبة زمنية، تراه الشركات الناشئة

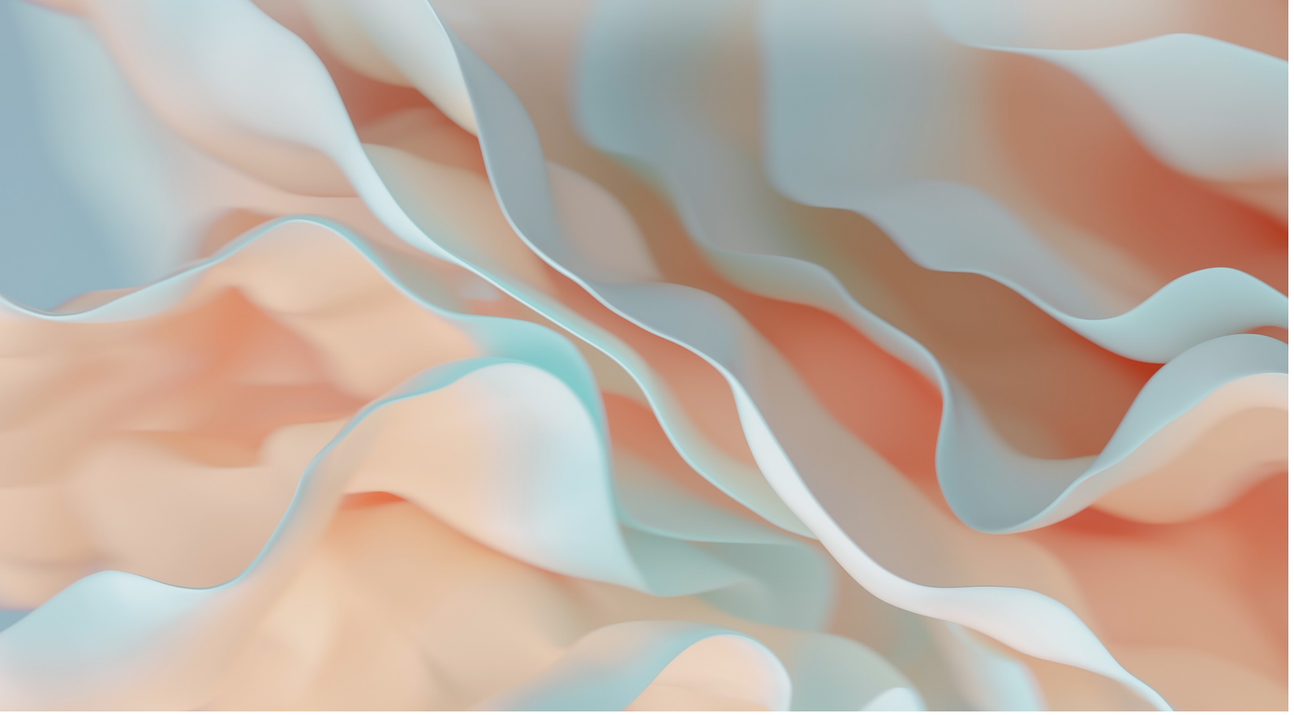
عمرًا كاملًا». ويشير إلى أنّ الحلّ أمام المستثمرين في المراحل المبكّرة هو السعي نحو الحدّ من الأمراض بطريقة قابلة للقياس ضمن إطارٍ زمني واقعي لشركة ناشئة. ومن المساراتِ الممكنة التقنياتُ القائمة على الذكاء الاصطناعي القادرة على تحديد أهداف سببية جديدة وغير متوقّعة من خلال معالجة كمّيات ضخمة من البيانات الطولية المتوفّرة؛ فحالما تُحدَّد تلك الأهداف، تنشأ منافسة قوية لتطوير فرص متنوّعة من الأساليب العلاجية والوسائط الدوائية الموجهة إليها. ويضيف: «هناك عمل كبير يجري في كبرى شركات الأدوية للتفكير العميق في هذا الاتجاه». ومن المسارات الأخرى قيام الشركات بتوليد بيانات عالية الدقّة على مستوى الخلية الواحدة عبر محاور متعدّدة من البيانات الجينومية والبروتينومية وغيرها، باستخدام تقنيات قادرة على إحداث الاضطرابات في الأنظمة البيولوجية وفهمها على المستوى الخلوي. كما يشير السيّد كوندي إلى أنّ ميزة هذه المقاربة تكمن في أنّ عدد الشركات القادرة بوضوح على تنفيذها محدود، ممّا يجعلها فضاءً استثماريًا واضح الحدود بالنسبة للمستثمرين. ويختتم قائلًا: « أنّ أنظمة الذكاء الاصطناعي ذات الحلقة المغلقة، عند دمجها مع تجارب بيولوجية مُعدَّلة أو مُضطربة عمدًا، ستكون أقوى النماذج القادرة على تحقيق ميزة فائقة مقارنةً بالأساليب التقليدية».

سيُحدث تلاقي التقنيات المختلفة طفرة استثمارية واسعة؛ حيث يشير الدكتور بياني بسالتيس، المدير العام لشركة Exponential Ventures، إلى أنّ «اللاعبين الكبار المقبلين سيَبْرُزون من تقاطع الذكاء الاصطناعي والطبّ الخلوي والبيولوجيا التركيبية – وهي مجالات تتسارع بمعدّلات متضاعفة». غير أنّ الهدف الجوهري ينبغي أن يظلّ إتاحة هذه التقنيات للجميع؛ ويضيف: «على المستثمرين أن يمنحوا الأولوية للشركات التي تعمل على خفض تكلفة التشخيص والمعالجات بما يضمن الوصول العالمي إليها، مع دعم البحث الانتقالي الذي يحوّل المكتَشَفات المختبرية إلى تطبيقات عملية».

«اللاعبون الكبار المقبلون سيَبْرُزون من تقاطع الذكاء الاصطناعي والطبّ الخلوي والبيولوجيا التركيبية – وهي مجالات تتسارع بمعدّلات متضاعفة».

الدكتور بياني بسالتيس

المدير العام لشركة Exponential Ventures



الاتجاهات

يشهد مجال الاستثمار في إطالة العمر الصحّي نموًّا متصاعدًا، ويصبح أكثر تنوعًا سواء من حيث نطاق الفرص الاستثمارية أم من حيث الجهات الاستثمارية المنخرطة فيه. كما تغدو إطالة العمر الصحّي سرديةً استثمارية قائمة بذاتها، وإن كان ذلك يختلف باختلاف المناطق.

الأدلّة

بلغت استثمارات إطالة العمر الصحّي 7.33 مليار دولار في سنة 2024 م، أي أكثر من ضعفي مستويات سنة 2023م. كما أصبحت الصفقات أكبر حجمًا (بزيادة 77 ٪ في متوسّط حجم الصفقة منذ سنة 2020م)، ممّا يشير إلى تحوّل نحو صفقات المراحل المتأخّرة ونضوج هذا المجال. ومع ذلك، فإنّ الاستثمارات في المراحل المبكّرة تشهد تراجعًا. ولم تكن الحاجة إلى دعم الانتقال من المختبر إلى السوق أشدّ مما هي عليه اليوم.

مسارات التسريع

على الرغم من النموّ السريع، لا يزال مجال إطالة العمر الصحّي يعاني نقصًا حادًّا في الاستثمارات مقارنةً بحجم التحدّي. وسيكون استخدام تعريف واضح لتحديد نطاق الفرص الاستثمارية أمرًا أساسيًّا لاستراتيجية استثمار ناجحة، وكذلك العمل عبر آفاق زمنية متعدّدة.

04
التكنولوجيا

قطاع العمر الصحّي تبنّى إمكانات الذكاء الاصطناعي

يعيد الذكاء الاصطناعي تشكيلَ مستقبل العمر الصحّي؛ فهذه الثورة الرقمية لا تنحصر في مجال بعينه، بل تُحدِثُ نقلةً نوعية في اكتشاف الأدوية وأساليب التشخيص والتجارب السريرية بكفاءة تتجاوز الأُطُر الزمنية التقليدية. وكلّ مجموعة بيانات يجري تحليلها — سواءٌ أكانت جينومات أم مؤشّرات حيوية أم قراءات لحظية من الأجهزة القابلة للارتداء — تُغذّي منظومة آخذة في الاتّساع من النماذج التنبّؤية للصحّة.

يقول الدكتور بيتر دياماندیس، مؤسّس ورئيس مجلس إدارة مؤسّسة XPRIZE: «الذكاء الاصطناعي هو المحفّز الذي يسرّع تقدّم العمر الصحّي على كلّ المستويات»؛ فقد أدّى الذكاء الاصطناعي بالفعل دورًا محوريًا في دفع أبحاث العمر الصحّي إلى الأمام، من خلال رسم خريطة الفضاء البروتيني بواسطة بعض الأدوات مثل AlphaFold، وتمكين التعرّف السريع إلى الأدوية التي تستهدف ميكانيكيّات الشيخوخة. وفي الممارسة السريرية، توفّر الأجهزة القابلة للارتداء وأدوات التشخيص المعتمدة على الذكاء الاصطناعي رؤى لحظية بشأن المؤشّرات الحيوية الرئيسية، ممّا يحوّل مسار الرعاية الوقائية — وليس هذا إلا البداية، بحسب الدكتور دياماندیس الذي يضيف قائلًا: «على مدى السنوات القليلة القادمة، سيُحدث الذكاء الاصطناعي ثورة في النمذجة التنبّؤية للتجارب السريرية، مخفِّضًا التكاليف والجداول الزمنية، ودافعًا في الوقت نفسه إلى تطوير منصّات شخصية لتحسين التغذية والتمارين والمعالجات».

من خلال تحليل مجموعات البيانات المتعدّدة الأبعاد، يمكن استخدام الذكاء الاصطناعي لاستخلاص نماذج وعلاقات قد تغفل عنها الأساليبُ التقليدية. وتُعدّ هذه القدرة ذات قيمة خاصّة في أبحاث العمر الصحّي (52). يقول السيّد جورج ماكغينيس، مدير تحدّي الشيخوخة الصحّية في هيئة الابتكار والبحوث في المملكة المتّحدة: «العمر الصحّي مجال شديد التعقيد، ولا نعرف بعدُ تركيبةَ العوامل التي تعمل على النحو الأمثل، ولا الظروف التي يتحقّق فيها ذلك». ويتابع: وأرى أنّ هذا التعقيد مُهيّأ أصلًا ليتيح للذكاء الاصطناعي توليد رؤى لا نستطيع بلوغها بالتحليلات التقليدية».

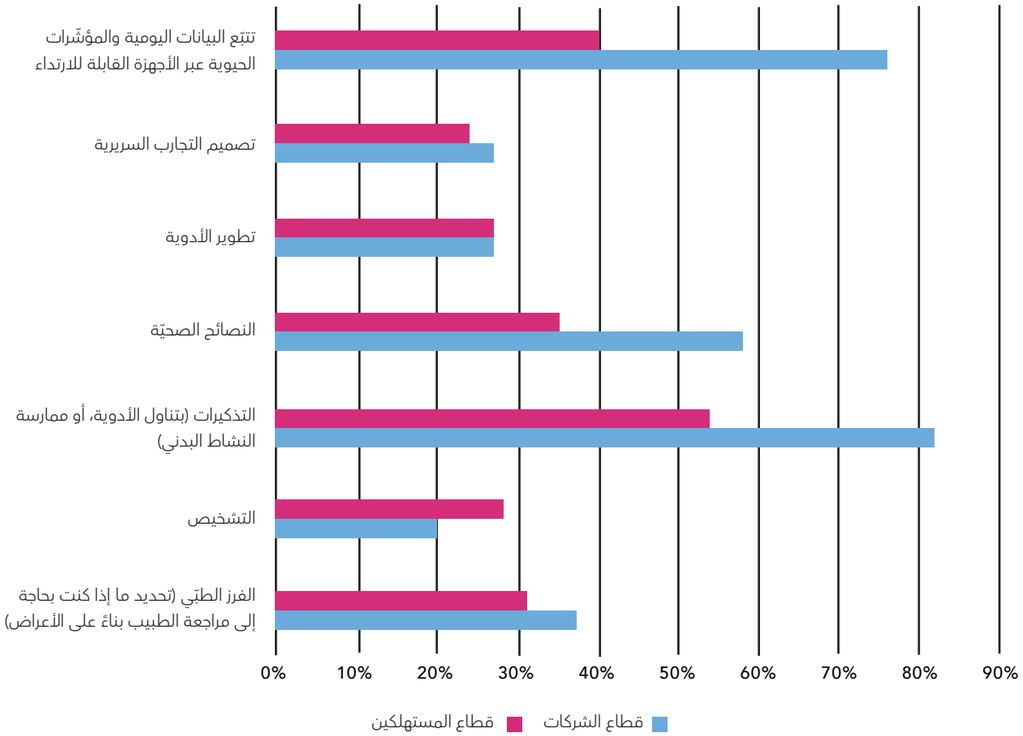
في التجارب السريرية، تُسهم تقنية التوائم الرقمية، وهي نسخ افتراضية مطابقة للمرضى، في محاكاة استجابات المرضى، ممّا يقلّص مدّة التجارب إلى النصف، ويقلّل التكاليف بمليارات الدولارات سنويًا (53، 54، 55، 56، 57). وفي مجال أدوات التشخيص، تتفوّق أدوات الذكاء الاصطناعي على الدقّة البشرية، إذ تتنبّأ بأمراض القلب والتنكّس البقعي (لشبكية العين) بدقّة لافتة.

تكشف بيانات استطلاعنا عن مستوى مُشجِّع من تقَّبّل الذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحّية لدى المستجيبين من فئتي قطاع الشركات وقطاع المستهلكين، إذ إنّ الغالبية إمّا يشعرون بارتياح كبير، أو هم «منفتحون على» استخدامه في معظم التطبيقات التي تناولها الاستطلاع. ومع ذلك، تبقى المخاوف قوية في مجالات التشخيص وتطوير الأدوية وتصميم التجارب السريرية، حيث عبّر ما بين 27 و 30 ٪ من مستجيبي الفئتين عن عدم رغبتهم في استخدام الذكاء الاصطناعي في هذه الجوانب.

الشكل 12

معظم الناس منفتحون على استخدام الذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحّية

نسبة المستجيبين الذين أجابوا بـ «مرتاح جدًّا» عن السؤال: «ما مدى ارتياحك لاستخدام حلول الذكاء الاصطناعي في مجالات الصحّة الآتية؟»



كفاءات الذكاء الاصطناعي تمتدّ عبر جميع حلقات سلسلة القيمة

الذكاء الاصطناعي يُحوّل آليات اكتشاف الأدوية، ويُقصّر زمن التطوير بصورة كبيرة. ويتوقّع المحلّلون أن يتيح الذكاء الاصطناعي قيمة اقتصادية سنوية تتراوح بين 60 و 110 مليارات دولار لقطاعَي الصناعات الدوائية والمنتجات الطبية (58). وبالإضافة إلى ذلك، يمكن أن يخفّض الذكاء الاصطناعي تكاليفَ البحث والتطوير في مراحل اكتشاف الأدوية بما لا يقلّ عن 25–50 ٪ من مرحلة الاكتشاف حتّى المراحل قبل السريرية، استنادًا إلى نمذجة بيانات متاحة للعموم من برامج ذكاء اصطناعي مبكرة (59). وتتيح هذه الوَفْرات توسيعَ نطاق استكشاف المعالجات المرتبطة بإطالة العمر الصحّي، بما يزيد احتمالات تحقيق اختراقات علمية. تجمع بعض المنصّات مثل AIDDISON™ بين الكيمياء الحاسوبية التقليدية والذكاء الاصطناعي والتعلّم الآلي، لتوفّر أدوات قوية تمكّن من استكشاف فضاءات كيميائية واسعة بكفاءة عالية (60).تدفع بمسار الاستثمار في هذا المجال».

يتيح الذكاء الاصطناعي أيضًا تصميم مركّبات دوائية جديدة؛ فعلوم العمر الصحّي تنطوي على عمليات بيولوجية بالغة التعقيد، ممّا يجعلها ميدانًا مثاليًا للتحليل القائم على الذكاء الاصطناعي. تجسّد شركة Recursion Pharmaceuticals هذا التوجّه، إذ تستخدم الذكاء الاصطناعي لتسريع اكتشاف الأدوية اعتمادًا على قاعدة بياناتها الضخمة المملوكة لها (Recursion Data Universe) التي تتيح إجراء ملايين التجارب المخبرية أسبوعيًّا، ممّا يوفّر مؤشّرات مبكّرة على احتمالات فشل المركّبات الدوائية (61). وقد طرحت الشركة حديثًا نموذج OpenPhenom-S/16، وهو نموذج تأسيسي لمعالجة بيانات المجهر، يتفوّق على مسارات التحليل التقليدية من دون أيّ معايرة إضافية (62). وبصورة موازية، تعمل شركة Shift Bioscience على تطوير ذكاء اصطناعي لمحاكاة الخلية، وفهم تنشيط الجينات المرتبط بمعاكسة مسار الشيخوخة. وتجمع منصّتها بين الذكاء الاصطناعي التوليدي

وساعة بيولوجية عالية الإنتاجية لقياس الشيخوخة الخلوية، بهدف توقّع مجموعات الجينات المناسبة وتجريبها لتجديد الخلايا بأمان، تمهيدًا لتطوير معالجات للأمراض المرتبطة بالتقدّم في السنّ (63).

كما تتحقّق المكاسب في مجال التجارب السريرية، من مرحلة التصميم إلى استقطاب المرضى وإدارة البيانات؛ إذ تدفع تقنيات الذكاء الاصطناعي ابتكاراتِ إطالة العمر الصحّي عبر المراحل السريرية بسرعة وكفاءة غير مسبوقتَيْن. وتُعيد الأدوات المعتمدة على الذكاء الاصطناعي، مثل هِنْت HINT (شبكة التفاعلات الهرمية Hierarchical Interaction Network) وسبوت SPOT (النَّمْذجة التنبّؤية المتسلسلة Sequential Predictive Modeling of Clinical Trial Outcome)، تشكيلَ طريقة التخطيط للتجارب السريرية؛ فهذه الأنظمة تتنبّأ بفرص نجاح التجربة عبر تحليل الجزيئات الدوائية والأمراض المستهدفة ومعايير أهليّة المرضى، بما يمكّن الباحثين من تحسين التصاميم قبل استثمار موارد كبيرة فيها (64).

تشمل حلول الذكاء الاصطناعي الأخرى، مثل AutoTrial، أتمتة إنشاء معايير الأهلية المُقيّسَة، كمجالات مؤشّر كتلة الجسم، مما يضمن تصميم تجارب سريرية متّسقة ومُحسّنة عبر الدراسات (64). وفي الوقت نفسه، يمكن لنماذج الذكاء الاصطناعي التي تدمج مؤشّرات التصوير المتعدّدة الوسائط تقليص حجم العيّنات المطلوبة دون الإخلال بالقوّة الإحصائية – وهذه ميزة حاسمة للدراسات المعقّدة في مجال العمر الصحّي (65). ومع الابتكارات مثل التوائم الرقمية، يمكن لهذه النماذج المولدة بواسطة الذكاء الاصطناعي تقليل الحاجة إلى مشاركين في مجموعات الشواهد بنسبة 20–50 ٪، ممّا يختصر بشكل كبير مدّة التجارب للمداخلات المتعلّقة بالعمر الصحّي (64).

تكتسب هذه التطوّرات أهمّية كبيرة، إذ إنّ استقطاب المرضى للتجارب السريرية قد يكون عملية طويلة. تعالج أنظمة الذكاء الاصطناعي هذه المشكلة من خلال أتمتة مطابقة المرضى وفق معايير شاملة للتضمين أو المشاركة، ممّا يسرّع جداول التجنيد (65). كما يضمن الذكاء الاصطناعي تنوّعًا أكبر في عيّنات الدراسة عبر تحديد الفئات غير الممثّلة بما هو كافٍ، استنادًا إلى بعض العوامل مثل العمر والجنس والسجلّ الطبي – وهذا أمر ضروري في أبحاث العمر الصحّي التي يجب أن تأخذ الفروق الديموغرافية بعين الاعتبار (66). وأخيرًا، من خلال تحليل مجموعات ضخمة من البيانات المستخلصة من السجلّات الصحّية الإلكترونية والأدلّة الواقعية، يستطيع الذكاء الاصطناعي تحديد المشاركين المحتملين الذين قد لا يكونون على دراية بأهليّتهم (67).

يمارس الذكاء الاصطناعي أيضًا دورًا محوريًا في إدارة تعقيدات التجارب السريرية الحديثة؛ فعلى سبيل المثال، يمكن للذكاء الاصطناعي استخراج البيانات من التقارير غير المنظّمة، ووضع شروح على الصور أو نتائج المختبر، واستكمال البيانات الناقصة، ممّا يضمن مجموعات بيانات شاملة ودقيقة (64). كما يمكن للتحليل اللحظي للبيانات، المدعوم بالذكاء الاصطناعي، الكشف عن المخاطر المتعلّقة بالسلامة، أو الأحداث الجانبية الضارّة، أو الانحرافات عن البروتوكول فور حدوثها، ممّا يعزّز سلامة المرضى وموثوقية الدراسة. وبالإضافة إلى ذلك، تستطيع خوارزميّات الذكاء الاصطناعي محاكاة سيناريوهات التجارب وتقديم توصيات قائمة على البيانات للتعديلات، بما يضمن بقاء الدراسات متوافقة مع أهدافها (66). يقول الدكتور كريستوف ويستفال، المؤسّس المشارك والشريك العامّ في Longwood Fund: «ما يتغيّر حاليًا بفعل الذكاء الاصطناعي بالفعل هو إدارة التجارب السريرية، واختيار المرضى المناسبين، وفهم تأثير أدوية المرضى بسرعة».

علم التشخيص يمثّل فرصة سانحة

أظهرت دراسة حديثة، نُشرت في JAMA Network Open سنة 2024 م، رؤى مُحدّثة عن أداء الذكاء الاصطناعي في علم التشخيص الطبّي؛ فقد وجدت هذه الدراسة أنّ نماذج اللغة الكبيرة LLMs تفوّقت على الأطبّاء من حيث دقّةُ التشخيص (68)، ممّا يطرح تحدّيًا لفكرة تفوق البشر في التشخيص الطبّي، ويُبرز الإمكانات التحويلية للذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحّية.

تتفوّق الأدوات المعتمدة على الذكاء الاصطناعي أيضًا على دقّة البشر في كشف بعض الحالات، مثل فشل القلب والتنكّس البقعي العيني المرتبط بالعمر، ممّا يسمح بمداخلات مبكّرة قد تؤثّر بشكل كبير في العمر الصحّي؛ فعلى سبيل المثال، أظهرت السمّاعة الذكية المزوّدة بالذكاء الاصطناعي دقّة تفوق التصوير الإشعاعي القلبي التقليدي. وفي طبّ العيون، تفوّقت نماذج الذكاء الاصطناعي على الخبراء البشريين في التنبّؤ بحدوث التنكّس البقعي العيني المرتبط بالعمر، ممّا يُبرز قدرة الذكاء الاصطناعي على إحداث ثورة في الرعاية الوقائية (69).

إحدى أبرز قدرات الذكاء الاصطناعي هي كفاءته في تحليل بيانات التصوير الطبّي المعقّدة، وهذا أمر بالغ الأهمّية في الحالات المرتبطة بالعمر، التي غالبًا ما تتطلّب دراسات تصويرية دقيقة. تُبرز ثباتيّةُ الذكاء الاصطناعي وقدرتُه على التعامل مع التعقيد فعّاليتَه في هذه السيناريوهات (70). ومن الأمثلة على هذه الإمكانات استخدامُ طرائق مدعومة بالذكاء الاصطناعي للتنبّؤ بالخَرَف من خلال تقنيات تحليل متقدّمة للصور والصوت (71، 72).

من المهمّ الإشارة إلى أنّ أنظمة التشخيص المعتمدة على الذكاء الاصطناعي توفّر أداءً ثابتًا وخاليًا من التعب (مريحًا)؛ وتعدّ هذه الموثوقية أمرًا حاسمًا في الطبّ الوقائي والتعامل مع الحالات المرتبطة بالعمر التي تتطلّب مراقبة متكرّرة أو برامج تحرٍّ واسعة النطاق (70).

سيكون التأكّد من تمثيل البيانات بشكل عادل وإظهار الفوائد الملموسة في رعاية المرضى أمرًا أساسيًا لدمج الذكاء الاصطناعي في أنظمة الرعاية الصحّية. وفي الواقع، ورغم المزايا الكثيرة لأدوات التشخيص المعتمدة على الذكاء الاصطناعي، لكنّها تواجه بعض القيود، منها:

- قابلية التطبيق السريري: تجري معظم الدراسات التي تقارن الذكاء الاصطناعي بالأطباء في بيئات خاضعة للرقابة، ممّا قد لا يدلّ تمامًا على تعقيدات البيئات السريرية الواقعية (73).

- جودة البيانات وتحيّزها: تعتمد فعّالية نماذج الذكاء الاصطناعي بشكل كبير على جودة بيانات التدريب؛ ولذلك تُبرز المخاوف بشأن التحيّز في مجموعات البيانات الحاجةَ إلى مدخلات متنوّعة ومُمثّلة لجميع الفئات (74).

- نقص المهارات في استخدام الذكاء الاصطناعي: قد يكون أحد الأسباب التي تجعل الذكاء الاصطناعي يتفوّق على الأطبّاء في بعض التشخيصات عدمَ قدرتهم على استغلال الذكاء الاصطناعي بشكل فعّال لتعزيز معرفتهم الخاصّة (75)

- نتائج المرضى: هناك حاجة إلى مزيد من الأبحاث لتقييم تأثير أدوات التشخيص المعتمدة على الذكاء الاصطناعي في نتائج المرضى في الممارسة السريرية اليومية (73).

يوضح الدكتور جوردان شلاين، مؤسّس ورئيس مجلس إدارة Private Medical: رغم تزايد الحماسة تجاه قدرة الذكاء الاصطناعي على التفوّق على الأطبّاء في التشخيص، إلّا أنّ هذا يمثّل سوء فهم جوهريًا للرعاية الطبّية الشاملة؛ فالتشخيص، مع أهمّيته، ليس سوى عنصر واحد ضمن النظام المعقّد لتقديم الرعاية الصحّية. ويكمن التحدّي الحقيقي في الوقاية من الأمراض وإطالة العمر الصحّي، أي المدّة التي نحافظ فيها على الأداء الأمثل والحيوية. يتميّز الذكاء الاصطناعي بكونه محرّكًا قويًا للتعرّف إلى النماذج، وسيُسهّل بلا شك الوصول إلى المعلومات الطبّية، ويسرّع قدرتنا على معالجة البيانات وتحليلها. ولكن، من الضروري إدراك أنّ الرعاية الصحّية توجد عند تقاطع العلم والتجربة الإنسانية؛ فالعناصر التي لا يمكن استبدالها مثل الحدس السريري والذكاء العاطفي والعلاقات العلاجية تبقى من نصيب البشر؛ وسيعمل الذكاء الاصطناعي كمعزّز، وليس كبديل، للفنّ الدقيق للطب».

الذكاء الاصطناعي يسهّل الانتقال إلى أنظمة رعاية صحّية تركّز على العمر الصحّي

تُعدّ قدرة الذكاء الاصطناعي على دعم الرعاية التنبّؤية والشخصية عاملاً رئيسيًا يمكن أن يُسرّع الانتقالَ إلى نظام رعاية صحّية يركز على العمر الصحّي؛ إذ يمكن لأنظمة الذكاء الاصطناعي دمج مجموعات بيانات مختلفة بسهولة، تشمل الجينوميّات والعلامات الحيوية المرتبطة بالشيخوخة والمقاييس الحيوية والبيانات الخلوية، إلى جانب مدخلات من تقنيات قابلة للارتداء. وتسمح هذه القدرة المتعدّدة الأبعاد برؤية شاملة بزاوية 360 درجة للملفّ الصحّي للفرد، ما يمكّن من تقديم توصيات دقيقة ومخصصة لتعزيز العمر الصحّي (76)؛ فعلى سبيل المثال، تعمل منصّات الذكاء الاصطناعي مثل مشروع PROTEIN على تعزيز الرعاية الشخصية من خلال دمج بيانات نمط الحياة والعمر والحالة الصحّية والتفضيلات الفردية لإنشاء خطط غذائية مخصّصة لكلّ شخص (71).

بالإضافة إلى المداخلات الغذائية، تعتمد منصّات العمر الصحّي المدعومة بالذكاء الاصطناعي على مجموعة واسعة من البيانات لتطوير استراتيجيات صحّية شخصية. ومن خلال تحليل المعلومات من مصادر متعدّدة، يمكن لهذه المنصّات المساعدة على تدبير الأمراض المزمنة مثل ارتفاع ضغط الدم والسكّري من النوع الثاني وارتفاع الكوليسترول عبر أساليب رعاية مخصّصة تلائم احتياجات كلّ فرد (76، 71).

لقد أظهرت نماذج الذكاء الاصطناعي أيضًا قدرة قوية على التنبّؤ باستجابة المرضى للمعالجات؛ فقد وجدت دراسة أجراها هوانغ وزملاؤه أنّ الذكاء الاصطناعي قادر على التنبّؤ باستجابات المعالجة الكيميائية بدقّة تزيد على 80 ٪ عبر أدوية متعدّدة من خلال تحليل بيانات التعبير الجيني (110). وبالمثل، أشار الأويس والغامدي والسُّهْباني وزملاؤهم إلى قدرة الذكاء الاصطناعي على توقّع فعّالية مضادات الاكتئاب باستخدام السجلّات الصحّية الإلكترونية (77).

تتوافق قدرات التنبؤ لدى الذكاء الاصطناعي بشكل كبير مع النهج الوقائي الذي يقوم عليه مفهوم العمر الصحّي؛ إذ يمكن لخوارزميّات الذكاء الاصطناعي تحليل الاستعدادات أو الأُهبات الجينية وخيارات نمط الحياة والعوامل البيئية لتحديد الأفراد الأكثر عرضة للإصابة بأمراض محدّدة. ومن خلال الكشف المبكّر عن هذه المخاطر، يمكن للأطبّاء تطبيق التدابير الوقائية والمداخلات اللازمة لتقليل احتمالية تفاقم المرض وإطالة العمر الصحّي (77). وبالمثل، يمكن استخدام الذكاء الاصطناعي لتعزيز أسلوب يعتمد على طريقة الإمتاع أو المسابقات Gamification في الصحّة، ممّا يساعد الأفراد على المحافظة على سلوكيّات صحّية مستدامة. وقد رأى غالبية المهنيّين الطبّيين المشاركين في استطلاع قطاع الأعمال(58 ٪) أنّ التمارين الرياضية تمثل المجال الرئيسي الذي يمكن أن يحقّق فيه أسلوب الألعاب والتطبيقات الرقمية أكبرَ أثر في تغيير السلوكيّات.

بفضل الاستخدام السليم، يمكن لعملية التعلّم المستمرّ من البيانات السريرية الجديدة ونتائج الأبحاث ومخرجات المرضى أن تمكّن الذكاء الاصطناعي من ضمان بقاء طبّ إطالة العمر الصحّي في طليعة التقدّم، مع تحسين الخوارزميّات لدقّتها بمرور الوقت (78). يقول السيد ماكغينيس: «أعتقد أنّنا لا نزال في بداية ما قد يتيحه الذكاء الاصطناعي في مجال العمر الصحّي».

اغتنام فرصة الذكاء الاصطناعي في مجال العمر الصحّي يتطلّب مقاربة جديدة للتعامل مع البيانات

يعدّ الأثر الاقتصادي لهذه التطوّرات عميقًا للغاية؛ حيث تشير التحليلات الحديثة إلى أنّ الكفاءات التي توفّرها تقنيات الذكاء الاصطناعي التوليدي وحدها قد تُولّد قيمة اقتصادية سنوية تتراوح بين 15 و 28 مليار دولار في مرحلة اكتشاف الأدوية، مع إمكانية تحقيق خفض في التكاليف يصل إلى 50 ٪ خلال مرحلة التجارب السريرية (79).

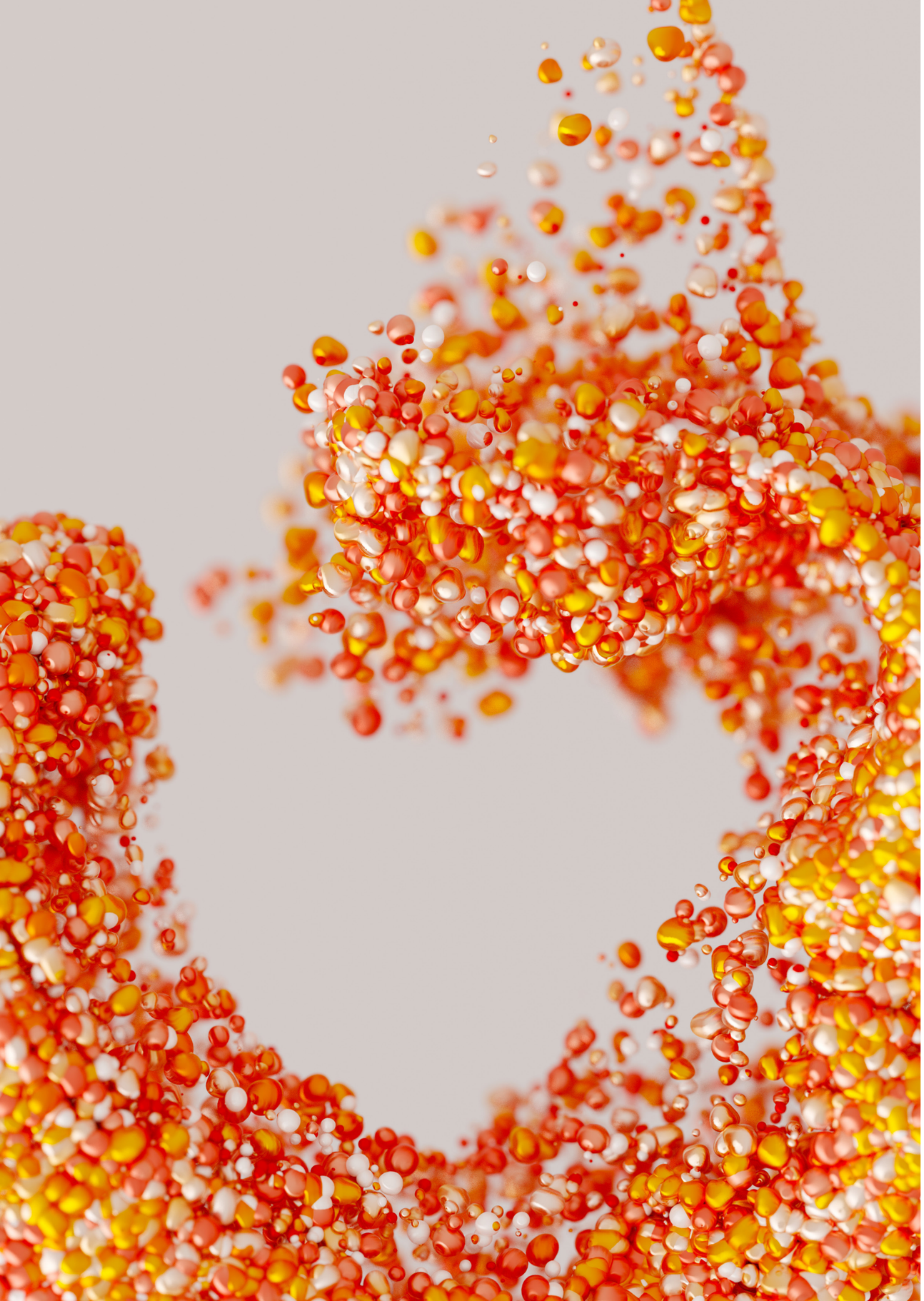
وفي مثل هذا السياق، يصبح الوصول إلى البيانات عنصرًا حاسمًا. يقول السير جوناثان سايموندز الحاصل على وسام الإمبراطورية البريطانية، ورئيس مجلس إدارة شركة GSK:

«لدينا شهية نَهِمة للبيانات. وفي الواقع، لقد أعدنا بناءَ الشركة بالكامل بحيث أصبحت حول البيانات والأدوات التحليلية».

ولكنّ جزءًا كبيرًا من البيانات مركّز أو معزول في جزر منفصلة، ويعود ذلك جزئيًا إلى مخاوف تتعلّق بالتنافسية. يقول السيّد خورخي كوندي، الشريك العام في شركة a16z Bio + Health: «ترى الكثير من الشركات في البيانات أصلاً ثمينًا وملكية خاصة بها، مع أنّه يشير في مجال العمر الصحّي بقوله: «ربّما تكون هناك منفعة من التعامل مع بعض هذه البيانات على أنّها بيانات ما قبل التنافس». كما أنّ بعض البيانات مفقود، حيث يوضح السيّد جوناثان سايموندز بقوله: «تمتلك الأنظمة الصحّية مقادير هائلة من البيانات عن الأشخاص المرضى، أقا ما لا نمتلكه فهو بيانات عن الأشخاص الأصحّاء». ولكن، يُحرَز تقدّم في هذا الجانب عبر برامج مثل «All of Us» في الولايات المتّحدة و «Our Future Health» في المملكة المتّحدة، حيث تُجمَع بيانات صحّية شاملة من ملايين الأفراد، بما في ذلك الأصحّاء. يشير الدكتور راغب علي، الحاصل على وسام الإمبراطورية البريطانية، الرئيس التنفيذي والمدير الطبّي لبرنامج Our Future Health، إلى أنّ ذلك يخلق فرصًا فريدة في مجال الذكاء الاصطناعي وتحليلات البيانات: «سنتمكّن من الجمع بين البيانات الجينية، وبيانات أنماط الحياة، والسجلّ الطبّي السابق، والعوامل الاجتماعية المحدّدة للصحّة — وهذا ما سيجعل مجموعة البيانات التي نمتلكها فريدة من نوعها».

سيكون من الضروري اعتماد مقاربة مختلفة للتعامل مع البيانات من أجل إطلاق المنافع الكاملة للذكاء الاصطناعي في مجال العمر الصحّي؛ فقد أشار الكثير من القادة الذين جرت مقابلتهم إلى نماذج البنوك الحيوية في المملكة المتّحدة وآيسلندا وفنلندا بوصفها أمثلة يمكن البناء عليها وتكرارها في دول أخرى. كما سيُصبح إشراك شركات التكنولوجيا أمرًا مهمًّا، وهو ما لم يتحقّق بعدُ على نطاق واسع. يقول الدكتور ويستفال: «آمل أن تتمكّن بعض الشركات، مثل NVIDIA و OpenAI و Microsoft و Google، التي فازت بالطبّع حديثًا بجائزة نوبل عن البُنى البروتينية، من العمل بشكل بنّاء مع الحكومات وبعض شركات الأدوية الحيوية الرائدة لدمج مجموعات البيانات هذه، وجعلها متاحة على نطاق واسع ... أعتقد أنّ ذلك سيكون أمرًا جميلًا».

يحمل مستقبل علم العمر الصحّي، المدعوم بتقاطع الذكاء الاصطناعي والحوسبة الكمّية والرقاقات المتخصّصة، وعودًا هائلة؛ "فنحن نقف على أعتاب عصر جديد يمكن فيه قياس الشيخوخة ونمذجتها وربّما تعديلها بدقة غير مسبوقة. لكنّ هذه الثورة التكنولوجية تستجلب معها اعتباراتٍ أخلاقيةً، وتستدعي حوكمة واعية لضمان العدالة في الوصول والاستخدام المسؤول. ومع المضيّ قُدمًا، سيُصبح من الضروري تعزيز التعاون بين عمالقة التكنولوجيا وشركات التكنولوجيا الحيوية والمؤسّسات البحثية لاغتنام الإمكانات الكاملة لهذه التقنيات



الاتجاهات

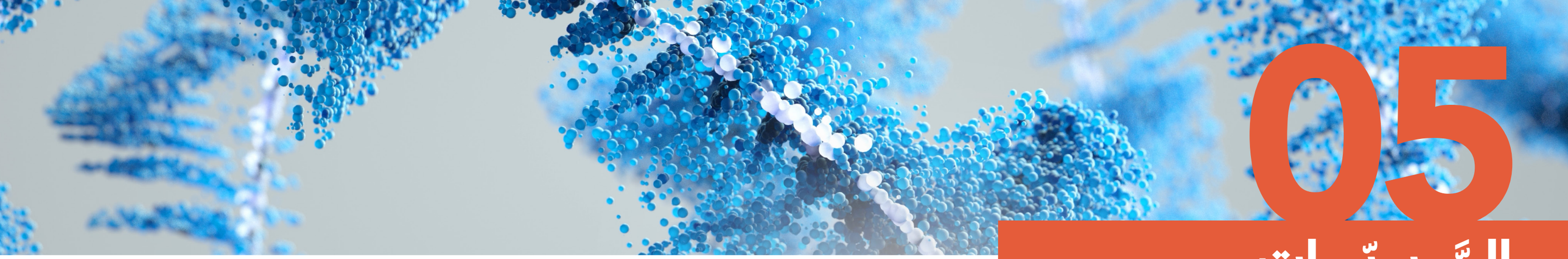
يُحدِث الذكاءُ الاصطناعي تغييرًا عميقًا في علم العمر الصحّي، إذ يُسرّع اكتشاف الأدوية ويُحسّن دقّة أدوات التشخيص ويرتقي بالتجارب السريرية. ورغم المخاوف المتعلّقة بالخصوصية والعقبات التنظيمية، فإنّ اعتماد تقنيات الذكاء الاصطناعي يتزايد، بما يبشّر بتقدّم ملموس في الرعاية الصحّية الشخصية وأبحاث إطالة العمر وجودته.

الأدلّة

تفوّقت أنظمة الذكاء الاصطناعي على الأطباء في دقّة التشخيص. كما تستطيع النماذج الحاسوبية للمرضى التي يُنشئها الذكاء الاصطناعي أن تُقلّلَ الحاجة إلى المشاركين في المجموعات الشاهدة بنسبة تتراوح بين 20 - 50 ٪. ويمكن للذكاء الاصطناعي التوليدي وحده أن يخلق ما يصل إلى 110 مليارات دولار من القيمة عبر سلسلة قيمة الصناعات الدوائية.

مسارات التسريع

تتطلّب إطالة العمر الصحّي باستخدام الذكاء الاصطناعي دمجَ بيانات مختلفة مثل الجينوم والواسمات أو المؤشّرات الحيوية لبناء نماذج دقيقة وتطوير مداخلات فعّالة. كما يُعدّ التعاون من خلال تبادل البيانات والبنوك الحيوية أمرًا جوهريًا. وسيكون من الضروري أيضًا التعامل مع التحدّيات التنظيمية والأخلاقية لضمان تقدّم آمن وعادل في مجال العمر الصحّي.



05
السَّريريّـات

عيادات العمر الصحّي تشهد انطلاقة متسارعة

يقف الممارسون السريريّون في طليعة جهود دمج ابتكارات العمر الصحّي في الرعاية الصحّية التقليدية؛ ففي جميع أنحاء العالم، تعمل المبادرات الناجحة على ربط البحث بالتطبيقات السريرية، موضحةً كيفية تحقيق هذا الدمج عمليًا. وتسهم هذه الجهود، مدعومةً بالتقدّم في الذكاء الاصطناعي، في رسم مستقبل يمكن الوصول فيه إلى رعاية شخصية وفعّالة وعادلة (80، 81).

يُعدّ ظهور عيادات إطالة العمر العامّة علامةً بارزة في هذا التحوّل، إذ يتيح الوصول إلى الرعاية التي تركّز على العمر الصحّي لشريحة أوسع من السكّان؛ فعلى سبيل المثال، أنشأت مايوكينيك Mayo Clinic في روتشستر أوّل عيادة عامة لإطالة العمر في الولايات المتّحدة في يوليو 2023 م، حيث قدّمت الرعاية لحوالي 100 مريض تتراوح أعمارهم بين 35 و 81 عامًا خلال سنتها الأولى (80). ويُظهر هذا النطاق العمري الواسع جاذبية مداخلات العمر الصحّي عبر مختلف مراحل الحياة. وبالمثل، نفّذ مركز Sheba Longevity في إسرائيل خريطة طريق لإطالة العمر الصحّي داخل مستشفى عام رئيسي، موجّهًا الأطبّاء للتركيز على الرعاية الوقائية (17)، في حين قامت دائرة الصحّة في أبو ظبي حديثًا بمنح ترخيص لمعهد IHLAD ليصبح أوّل مركز عالمي متخصّص في طبّ إطالة العمر الصحّي. وسيقدّم هذا المركز المبتكر معالجات شخصية تهدف إلى تحسين العمر الصحّي وتقليل الأمراض المزمنة، ممّا يمثّل خطوة مهمّة نحو نموذج رعاية صحّية استباقي يُولي الأولوية للوقاية والعافية (82). وبالإضافة إلى مؤسّسة هيفولوشن، التي أُنشِئت بأمر ملكي سنة 2018 م وتهدف إلى تعزيز الجهود لإطالة العمر الصحّي للإنسان عالميًا وتحفيز مجال العمر الطويل الصحّي، أطلقت المملكة العربية السعودية عدّة برامج ومبادرات، منها برنامج جودة الحياة وبرنامج التحوّل في القطاع الصحّي وخدمات الرعاية الصحّية عن بُعد، لتقليل زيارات المستشفيات للحالات غير الطارئة، باستخدام تطبيقات مثل صحّتي ومركز 937 (83، 84، 85).

كما تمارس المؤسّسات الأكاديمية دورًا حيويًا في ربط البحث بالتطبيقات العملية؛ فقد أطلق نظام الصحّة الجامعي الوطني في سنغافورة بمستشفى ألكسندرا عيادة لإطالة العمر الصحّي في عام 2023 م، تجمع بين التقييمات الشخصية الشاملة وأحدث الأبحاث العلمية (81، 17). تُبرز هذه المبادرات إمكانات النُّظُم الأكاديمية في تسريع الابتكار وتطبيق الممارسات المستندة إلى الأدلّة في علم العمر الصحّي. ومع انتقال نموذج الرعاية الصحّية من التركيز على المرض إلى التركيز الوقائي على العمر الصحّي، سيكون للممارسين السّريريين الدور القيادي في هذا التحوّل.

تقول الأستاذة أندريا ماير، أستاذة الطبّ Oon Chiew Seng في الجامعة الوطنية لسنغافورة: «هنا في سنغافورة، نسعى لجعل هذا المجال ينهض نحو بناء ذلك النظام البيئي - لدينا أيضًا مستشفى عام ممول مع عيادة لإطالة العمر الصحّي». يدفع البحث التطبيقي في مجال الشيخوخة الابتكارَ ويترجمه إلى الرعاية السريرية. ولكن،

> **«سيكون العقد القادم منحنى تعلّم كبيرًا لضبط وسائل التشخيص والمداخلات بما يُحسّن العمر الصحّي»**
>
> **الأستاذة أندريا ماير**
>
> أستاذة الطبّ Oon Chiew Seng في الجامعة الوطنية لسنغافورة

حتّى الآن، لا توجد بروتوكولات راسخة، حيث يتعلّم الأطبّاء الباحثون من الأبحاث عالية الجودة ما هو مناسب. وسيكون العقد القادم منحنى تعلّم كبيرًا لضبط التشخيصات والمداخلات بما يُحسّن العمر الصحّي. ومع عملنا معًا، سيكون علينا تحديد أفضل السُّبُل لتقديم رعاية طبّية تُطِيل العمر الصحّي للناس. وفي هذه المرحلة، لا يمكن لأيّ جهة أن تدّعي أنّها وضعت إطارًا سريريًا فعّالًا وموفّرًا من حيث التكلفة بَعْدُ».

بينما تهدف المبادرات العامّة والأكاديمية إلى تعميم الوصول إلى حلول العمر الصحّي، تبقى العيادات الخاصّة لإطالة العمر مشارِكة محوريّة في هذا المجال؛ فعلى الرغم من محدودية وصولها بسبب ارتفاع التكاليف، تسهم هذه العياداتُ بخبرات قيّمة يمكن أن تؤثّر في استراتيجيات الصحّة العامّة، وتوجّه المداخلات المستقبلية (17، 81). ومثلما ابتكرت سيّارات الفورمولا 1 المكابح المضادّة للانغلاق، حيث أصبحت الآن موجودة في كلّ السيّارات المباعة حول العالم، فإنّ المرضى الأوائل في عيادات العمر الصحّي سيدعمون تطويرَ البروتوكولات والابتكارات التي سيستفيد منها الجمهور الأوسع في السنوات القادمة.

يرى الدكتور جوردان شلاين، مؤسّس ورئيس مجلس إدارة شركة Private Medical «أنّ مجال تحسين العمر الصحّي يشهد تحوّلًا استثنائيًا»، حيث يقول: نشهد اندماجًا غير مسبوق بين البحث العلمي والابتكار السريري في سبيل إطالة القدرة الوظيفية للإنسان. يبدو أنّ تطوّر هذا المجال يتبع نموذج الانتشار الكلاسيكي للابتكار: فالقطاع الخاصّ يعمل كمختبر تجريبي يمكن فيه تطوير مُقارَبات جديدة لتعزيز العمر الصحّي وصقلها تحت مراقبة سريرية دقيقة. ويخلق ذلك قناة طبيعية لنقل المعرفة، إذْ يمكن تكييف وتوسيع نطاق المداخلات أو الحلول المبنية على الأدلّة التي تثبت فعّاليتها في بيئات طبّية متخصّصة لتصل إلى الصحّة العامّة على نطاق أوسع. تعمل قدرة القطاع الخاصّ على التكرار والتحقّق السريع من المداخلات أو الحلول كأرضية حاسمة للاختبار، ممّا يُسرّع تطوير بروتوكولات قائمة على الأدلّة يمكنها في النهاية تعزيز صحّة الناس على نطاقٍ واسع».

يتجسّد الاهتمام المتزايد بحلول العمر الصحّي في استطلاعنا لسنة 2024 م، حيث أعرب 49 ٪ من المستهلكين المشاركين عن اهتمامهم بالمنتجات أو الخدمات التي تعزّز طول العمر، وهو ارتفاع ملحوظ مقارنة بنسبة 32 ٪ في سنة 2023 م. وهنا تظهر اختلافات إقليمية واضحة، إذ يبدو الطلبُ أكبر في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، حيث أبدى 35 ٪ من المشاركين اهتمامًا مؤكّدًا، مقابل متوسّط عالمي يبلغ 19 ٪. وفي المقابل، أظهرت دول الاتّحاد الأوروبي تحفّظًا أكبر، إذ عبّر 50 ٪ من المشاركين عن موقف سلبي. توفّر أنظمة الرعاية الصحّية العامّة القوية في أوروبا تغطيةً شاملة، ممّا يعزّز الثقة في الرعاية الصحّية القائمة، ويقلّل من الحاجة المتصوّرة إلى حلول بديلة للعمر الصحّي. كما أنّ تركيز هذه الأنظمة غالبًا على الرعاية الوقائية والمداخلات المبكّرة قد يقلّل من الطلب على مثل هذه الحلول أيضًا.

يظهر هذا الاهتمام المتزايد في استفسارات المرضى تجاه الأطبّاء والمختصّين الطبّيين، حيث أفاد 68 ٪ من المهنيين الطبّيين المشاركين في الاستطلاع بأنّهم يتلقّون أسئلة من المرضى عن حلول أو مداخلات العمر الصحّي مرّةً واحدة على الأقلّ شهريًا، بينما أفاد ثلثهم (36 ٪) بتلقّي استفسارات أسبوعية. وبالإضافة إلى ذلك، صادف ثلث المهنيّين (35 ٪) مرضى أبدوا اهتمامًا بالمشاركة كمتطوّعين أصحّاء في مشاريع البحث الطبّي عن العمر الصحّي على أساس شهري.

تدريب الممارسين الصحّيين حاجة ملحّة

يفضّل نصف المستهلكين المشاركين في الاستطلاع (50 ٪) الحصول على استشارة عن العمر الصحّي بشكل حضوري. ولكن، تظهر فروق إقليمية، حيث أبدى المستجيبون في أمريكا الشمالية ومنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا انفتاحًا أكبر تجاه الاستشارات الافتراضية (20 ٪ مقابل 14 ٪ عالميًا). وتُعدّ التكلفة والراحة من الأسباب الأكثر جاذبية للاستشارات الافتراضية على مستوى العالم (51 ٪ و 49 ٪ على الترتيب)، بينما يُعدّ الوصول الأفضل عاملًا مهمًّا في أمريكا اللاتينية وأفريقيا (52 ٪ و 58 ٪ على الترتيب).

عند طلب الدعم في مجال العمر الصحّي، يلجأ 46 ٪ من المستهلكين إلى أطبّائهم أوّلًا، لترتفع النسبة إلى 58 ٪ بين المستجيبين في أمريكا الشمالية. وتؤكّد هذه التفضيلات أهمّيةَ تدريب أطبّاء الرعاية الأوّلية في علم العمر الصحّي لتمكينهم من تقديم المداخلات الصحّية على نطاق واسع (80، 81).

سيمارس التعليم دورًا محوريًا في الانتقال نحو العمر الصحّي؛ فبعض البرامج، مثل مركز علوم العمر الصحّي في جامعة كاليفورنيا إرفاين، تزوّد طلّاب المدارس الثانوية والجامعات وطلّاب دكتوراه الصيدلة بالأدوات والمعرفة اللازمة لمواجهة تعقيدات عملية الشيخوخة (86). ولكن، يزداد الاعتراف بالحاجة إلى التعليم المستمرّ؛ فمع أنّ 74 ٪ من الأطبّاء والممارسين السريريين في سنة 2024 م شعروا بأنّهم مجهّزون لتقديم المشورة للمرضى بشأن استراتيجيات إطالة العمر الصحّي، لكنّ هذه النسبة انخفضت مقارنةً بنسبة 84 ٪ في السنة السابقة، ممّا يبرز الحاجة إلى تطوير مهني مستمرّ في هذا المجال السريع التطوّر (87). وأظهر استطلاع عيادات إطالة العمر سنة 2024 م الذي أجرته شركة Longevity.Technology أنّ 74 ٪ من فِرَق العيادات يسعون للحصول على برامج التعليم الطبّي المستمرّ في مجال طول العمر الصحّي، وأنّ 66 ٪ منهم قد يفكّرون في مشاركة بيانات العملاء (المرضى) السرّية لدعم تحليل الصناعة وتحسين نتائجهم.

تجري حاليًا جهودٌ لدمج علوم إطالة العمر في البرامج التدريبية، لكنّها تحتاج إلى تسريع الوتيرة لمواكبة تقدّم الأبحاث؛ فقد أكمل أكثر من 6,000 شخص دورة متخصّصة في علم طول العمر متاحة في أربع كلّيات طبّ (80)، إلّا أنّ الخبراء يؤكّدون بأنّ هذه الأعداد يجب أن ترتفع بشكل كبير لتلبية الطلب المتزايد. يفرض تعقيدُ عملية الشيخوخة، إلى جانب التحدّيات المرتبطة بقياس النتائج طويلة الأمد، اتّباع مقاربة متعدّدة التخصّصات في الرعاية؛ فالإسهامات المستمدّة من علم الشيخوخة والطبّ السريري والصحّة العامّة تُعدّ ضرورية لوضع معايير فعّالة في هذا المجال (88).

الإشراف المهني ضروري لاستدامة النموّ

من المتوقّع أن يصل حجم سوق العافية إلى 13 تريليون دولار بحلول سنة 2031 م، وهذا ما يوفّر فرصًا كبيرة، لكنّه ينطوي على مخاطر أيضًا، لا سيّما من قِبَل الجهات غير الخاضعة للتنظيم (89). ويُبرز ذلك الحاجة إلى إشراف يقوده الأطبّاء ومداخلات قائمة على الأدلّة لضمان السلامة والعدالة.

ستكون البروتوكولات والأطُر المقيّسَة أمرًا أساسيًّا لتمكين القطاع من التوسّع؛ فهي تُسهم في تقليل التباين في الممارسات وتحسين النتائج عند المرضى (90). وفي سياق التشخيصات المعزِّزة للعمر الصحّي، يمكن للبروتوكولات المقيّسة أن تضمن حصول جميع المرضى على تقييمات متّسقة وشاملة لعمرهم البيولوجي وحالتهم الصحّية. وينبغي أن تستندَ هذه الإرشادات إلى أحدث الأبحاث في علم الشيخوخة ومجالاته ذات الصلة (81). ومن خلال وضع معايير واضحة قائمة على الأدلّة، يستطيع مقدّمو الرعاية الصحّية تطبيقَ التشخيصات والمداخلات المعزِّزة للعمر الصحّي بصورة أكثر فاعلية.

شهد هذا المجال حديثًا تطوّرًا بارزًا مصدره الشرق الأوسط، حيث قامت أبو ظبي بإعداد أوّل إرشادات سريرية قائمة على الأدلّة في العالم للرعاية الصحّية المُتمحورة حول إطالة العمر الصحّي. وقد جرى تطويرُ هذه الإرشادات بالتعاون بين دائرة الصحّة – أبو ظبي، ومعهد أبو ظبي للحياة الأكثر صحّة، والجمعية العالمية لطبّ طول العمر الصحّي، مع التركيز على الوقاية والتدبير الصحّي الاستباقي. وقد تعزّزت هذه المبادرة بترخيص أوّل مركز متخصّص في طبّ طول العمر الصحّي على مستوى العالم، واضعًا معايير شاملة للتشخيصات والرعاية الشخصية والمداخلات المتعدّدة التخصّصات. تعلّق الأستاذة مايير قائلة: «يمثّل هذا إنجازًا بالغ الأهمّية في هذا المجال. ومن المشجّع للغاية أن نرى حكومةً تتبنّى فكرة جعل الوقاية محورًا رئيسيًّا، وتدعم نطاق ممارسة طبّ إطالة العمر الصحّي للأطبّاء المتخصّصين فيه».

تعدّ الجهود الدولية الرامية إلى وضع معايير موحّدة أمرًا ضروريًّا؛ إذ تعمل بعض المنظّمات، مثل الجمعية العالمية

لطبّ إطالة العمر الصحّي على إرساء إطار سريري موثوق لطبّ إطالة العمر الصحّي (91). ويبرز الطلب على مثل هذه الجهود المعيارية بوضوح؛ فبحسب أحدث استطلاع لعيادات Longevity.Technology، أفادت نسبة 36 ٪ من العيادات بأنّها ستعدّل بروتوكولاتها لتتوافق مع معيار دولي معترف به لطبّ «إطالة العمر الصحّي»، وذكر 58 ٪ أنّها قد تنظر في ذلك عند توافر مزيد من المعلومات.

الاتجاهات

يُحدِثُ الابتكارُ السريريّ والتكنولوجيا والتعليم ثورةً في علم إطالة العمر الصحّي؛ فمع توسّع نطاق الرعاية المُعزِّزة لطول العمر عبر العيادات والمبادرات الخاصّة وأدوات التشخيص المعتمدة على الذكاء الاصطناعي، تبقى بعض التحدّيات قائمة مثل المعلومات المضلِّلة ومبدأ العدالة في إتاحة الخدمات. ويواصل هذا المجال تطوّره عبر جهودٍ تعاونية تسعى إلى تحقيق توازن بين إطالة العمر وبين تحسين جودة الحياة.

الأدلّة

تُعدّ بعض العيادات، مثل «مايو كلينيك» و «مركز شيبا لإطالة العمر»، من الجهات الرائدة في تقديم خدمات إطالة العمر الصحّي، فيما توفّر المؤسّسات الأكاديمية تقييمًا شاملًا للحالة الصحّية. ومع ازدياد اهتمام المستهلكين بمنتجات إطالة العمر، وتلقّي الأطبّاء استفسارات شهرية عن حلول إطالة العمر الصحّي، يُظهِر هذا المجالُ نموًّا قويًّا على صعيد كلٍّ من الممارسة السريرية ومقدار الطلب من المرضى.

مسارات التسريع

يتطلّب تطوير خدمات العمر الصحّي دمجَ علوم إطالة العمر في التعليم الطبّي، مع تعزيز الشراكات الرامية إلى وضع بروتوكولات مُقيّسة. ومع تطوّر الأطُر التنظيمية لضمان سلامة المرضى والعدالة في الوصول إلى الخدمات، ستغدو عمليةُ دمج التكنولوجيا وتوسيع نطاق التعاون عناصرَ أساسية لإتاحة ابتكارات إطالة العمر الصحّي القائمة على الأدلّة أمام الجميع بصورة أكثر شمولًا وديمقراطية.

06
الاقتصـــاد

العمـــر الصحّـــي ضـــرورة اقتصـــادية

الوقتُ ينفد بالنسبة للاقتصاد العالمي؛ فمع ازدياد متوسّط الأعمار ونقص معدّلات المواليد، تواجه الدول تحوّلًا ديموغرافيًا عميقًا يحمل تبعاتٍ اقتصاديةً واسعة. يتمثّل الواقع الصارخ في أنّ معدّلات الخصوبة في دول منظّمة التعاون الاقتصادي والتنمية قد هوَت من 3.3 طفل لكلّ امرأة سنة 1960 م إلى 1.5 فقط في سنة 2022 م (92). وعلى المستوى العالمي، يُتوقَّع أن يصل متوسّط العمر عند الوفاة إلى 78 عامًا بحلول سنة 2050 م (93)، ممّا سيؤدي - في ظلّ نموذج الرعاية المرضية الحالي - إلى انفجار في تكاليف الرعاية الصحّية؛ فتكاليف الداء الرئوي الانسدادي المزمن وحده يُتوقَّع أن تتضاعف بحلول سنة 2030 م (مقارنة بمستويات 2010 م) لتصل إلى 4.8 تريليون دولار (94).

تقول الأستاذة أندريا ماير، أستاذة أون تشيو سينغ في الطبّ بجامعة سنغافورة الوطنية: «أعتقد أنّ الحكومات تشعر بالضغط؛ فالمبالغ التي ينبغي لها إنفاقها على الرعاية الصحّية في ازدياد مستمرّ، بينما لا يزداد العمر الصحّي بين سكّانها. لذلك، هناك فجوة واضحة بين حجم الاستثمار والعائد على هذا الاستثمار في ظلّ خدمات الرعاية الصحّية الحالية».

الشكل 13

في عالم يَشِيخ، يصبح العمر الصحّي أولوية

البيانات من تشانج وزملائه، 2024 م

ولكن، تتجاوز تداعيات هذه التحوّلات الديموغرافية القطاعَ الصحّي؛ إذْ من المتوقّع أن ترتفع نسب الإعالة العمرية في جميع أنحاء العالم حتّى سنة 2050 م باستثناء جنوبي الصحراء الافريقية فقط (95). وفي ظلّ السيناريو القائم على استمرار الوضع الحالي، قد تهدّد هذه التحوّلاتُ إنتاجيةَ القوى العاملة، ممّا يضع ضغوطًا على نُظُم التقاعد والأنظمة الاقتصادية.

تقول البروفيسورة ماير: «إذا كان لديك سكّان متقدّمون في العمر، ولديك في الوقت نفسه تراجع في العمر الصحّي، فأنت أمام مشكلة. لقد بدأت الحكومات، للمرّة الأولى، تُصغي إلى هذه الحجج، وتتحرّك على أساسها. إنّها طرحٌ مالي، وليس بسبب تكاليف الرعاية الصحّية فحسب، بل لأنّ الأمر أوسع من ذلك بكثير؛ إنّه يتعلّق بالإنتاجية، وبالحفاظ على صحّة الناس ليكونوا قادرين على الاستمرار في أداء وظائفهم».

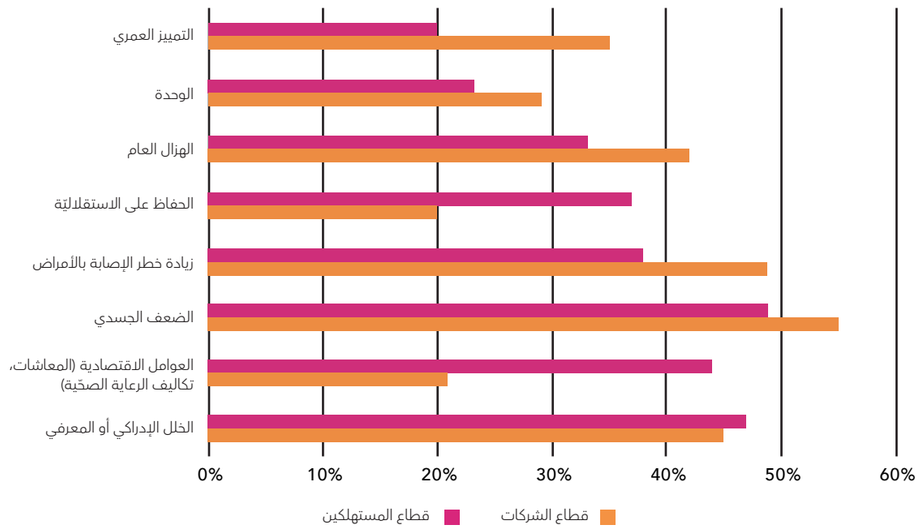
تُظهر استطلاعاتنا أنّ عامّة الجمهور تُبدِي قلقًا واضحًا؛ فمع أنّ مستجيبي قطاعَي الأعمال والمستهلكين يقلقون بشأن طول العمر (أقلّ من 3 ٪ يقولون إنّهم لا يقلقون)، لكنّ مستجيبي قطاع المستهلكين يميلون أكثر إلى القلق بشأن العوامل الاقتصادية (44 ٪ من قطاع الأعمال مقابل 22 ٪ من قطاع المستهلكين). وبالمقابل، يبدو قلق مستجيبي قطاع الأعمال أكبرَ تجاه التمييز العمري (34 ٪ من قطاع الأعمال مقابل 20 ٪ قطاع المستهلكين) والهشاشة أو الضعف. ورغم – أو ربّما بسبب – هذه المخاوف، هناك استعداد كبير للاستثمار في إطالة العمر الصحّي، إذ يشير 49 ٪ من مستجيبي قطاع المستهلكين إلى أنّهم على استعداد لدفع ما يصل إلى نصف دخل سنة واحدة مقابل معالجة قد تطيل مدّة حياتهم الصحّية بمقدار 10 أعوام.

> **«لقد بدأت الحكومات، للمرّة الأولى، تُصغي إلى هذه الحجج، وتتحرّك على أساسها. إنّها طرحٌ مالي، وليس بسبب تكاليف الرعاية الصحّية فحسب، بل لأنّ الأمر أوسع من ذلك بكثير».**
>
> **الأستاذة أندريا ماير**
> أستاذة أون تشيو سينغ في الطبّ بجامعة سنغافورة الوطنية

الشكل 14

المخاوف المتعلّقة بطول العُمر (المستهلكون مقابل قطاع الأعمال)

أيٌّ ممّا يلي سيكون مصدر القلق الأكبر لديك بشأن العيش لمدّة أطول؟



هذا يجعل العمر الصحّي ضرورة اقتصادية؛ فقد كشفت أبحاث أجرتها منظمة الصحة العالمية (WHO) في البلدان ذات الدخل المرتفع أنّ التشخيص المبكر للسرطان يمكن أن يُخفِّض تكاليف المعالجة بشكل كبير. فالمصابون الذين يُشخَّص لديهم السرطان في مراحله الأولى يحتاجون عادةً إلى معالجة أقل كثافة وكلفة مقارنةً بمن يُشخَّصون في المراحل المتقدمة. ويُبرز هذا الاكتشاف أهمية برامج الكشف المبكر والفحص الدوري في الحدّ من العبء المالي للسرطان (96).

العائد الاقتصادي للعمر الصحّي كبير

لن يكون توفير العمر الصحّي بلا تكلفة، لكنّه سيُحقق عائدات كبيرة؛ إذ تشير التقديرات الحديثة الصادرة عن البنك الدولي – وهي تركّز على الإجراءات التي تساعد على خفض معدّلات الإصابة وبدء الأمراض غير السارية – إلى أنّ هذا الرقم قد يصل إلى 220 مليار دولار سنويًا بحلول سنة 2050 م في البلدان المنخفضة والمتوسّطة الدخل فقط. وتُعدّ العائدات كبيرة (بنسبة تصل إلى 1:16 بحسب البنك الدولي)، ممّا يجعل الاستثمار فيه مجديًا (97)؛ فعلى سبيل المثال، قد يُولّد إطالة متوسّط العمر الصحّي في الولايات المتّحدة لمدة عام واحد فقط ما يصل إلى 40 تريليون دولار. ويُعد هذا الرقم دليلًا على الإمكانات الهائلة لمفهوم العمر الصحّي (98). أمّا في الصين، فمن المتوقّع أن يتضاعف «الاقتصاد الفضّي» المزدهر إلى ثلاثة أضعاف، ليصل إلى 4.2 تريليون دولار بحلول سنة 2035 م، وهو ما يمثّل نسبة 10 ٪ من الناتج المحلّي الإجمالي للبلاد (1، 99، 100). غير أنّ البلدان الأكثر فقرًا، وعلى الرغم من إمكانية جني هذه المنافع، ستواجه تحدّيات أكبر، إذ إنّ تحقيق هذه العائدات سيستلزم زيادة الإنفاق الصحّي أيضًا، وهو أمر عانت الكثير من الدول المنخفضة الدخل من صعوبة القيام به.

سيكون خلقُ الحيّز المالي اللازم لإجراء تلك الاستثمارات أمرًا بالغ الأهمية. ونظرًا للعوائد المتوقّعة، قد يكون استخدام التمويل التنموي خيارًا يمكن استكشافه. ولكن، سيكون من الضروري أيضًا البدء في تسعير الآثار الخارجية المرتبطة بالمنتجات التي تؤثّر سلبًا في النتائج الصحّية الطويلة الأمد. ويُمثّل فرضُ الضرائب على التدخين مثالًا واضحًا، بل فرصة كبيرة أيضًا للبلدان المنخفضة الدخل، حيث تكون ضرائب التبغ منخفضة، وتكون تكلفة الأمراض المرتبطة بالتبغ (كنسبة من إجمالي النفقات الصحّية) مرتفعة (101).

كما سيكون من الضروري أيضًا إجراء تقييم أكثر تفصيلًا وشمولًا لمنافع العمر الصحّي. يقول الدكتور جون بيرد، أستاذ إيرين دايموند ومدير المركز الدولي لإطالة العمر في جامعة كولومبيا: «إنّ المساهمات التي يأخذها الاقتصاديّون في الحسبان عادةً تقتصر على المشاركة في سوق العمل، لكنّ كبار السنّ يقدّمون مساهمات بطرائق عدّة أخرى». ويضيف: «ما نحتاج إليه هو مقاربة أكثر دقة تقدّر قيمة المساهمات التي يقدّمها كبار السن».

> **«إنّ المساهمات التي يأخذها الاقتصاديّون في الحسبان عادةً تقتصر على المشاركة في سوق العمل، لكنّ كبار السنّ يقدّمون مساهمات بطرائق عدّة أخرى».**
>
> **الدكتور جون بيرد**
>
> أستاذ إيرين دايموند ومدير المركز الدولي لإطالة العمر في جامعة كولومبيا

وسيتعيّن أن يشمل هذا التقييم الشامل القضايا الاجتماعية والاقتصادية أيضًا، ويعود ذلك بدرجة ما إلى العلاقة بين الدخل والعمر الصحّي. يقول السيد جورج ماكغينيس، مدير تحدّي الشيخوخة الصحّية في بحوث وابتكار المملكة المتّحدة: «يعيش الأشخاصُ في المناطق الأكثر رخاءً مدّةً أطول، ويقضون وقتًا أقلّ في حالة صحّية سيّئة مقارنةً بالأشخاص في المناطق الفقيرة». وبشكل عام، يمكن أن نعزو ما بين 30–55 ٪ من النتائج الصحّية إلى المحدّدات الاجتماعية، بحسب منظّمة الصحّة العالمية (102).

كما أنّه لا بدّ من إجراء تقييم أشمل لتكوين فهمٍ أفضل لإمكانيّة أن تدعم المداخلات الصحّية المنظومة بأكملها. يقول السيّد جوناثان سايموندز، الحائز على وسام الإمبراطورية البريطانية، ورئيس مجلس إدارة شركة GSK: «لقد نظرت الحكوماتُ إلى المناطق المتعثّرة اقتصاديًا في البلاد، وحاولت إعادة إحيائها. لكنّني لا أعتقد أنّ الصحّة كانت يومًا على الخريطة كجزء من جهود الإنعاش الاقتصادي».

يُعدّ جمعُ هذه البيانات استثمارًا، لكنّه ليس بالضرورة عبئًا تتحمّله الجهات الحكومية وحدها – ولا يجب أن يكونَ تكلفة غارقة؛ فعلى سبيل المثال، يعتمد برنامج «صحّتنا المستقبلية» على توليفة من التمويلين العام والخاصّ، وسيقوم بفرض رسوم على استخدام البيانات لتمويل عملياته واسترداد تكاليفه. يشير الدكتور راغب علي، الحائز على وسام الإمبراطورية البريطانية والرئيس التنفيذي وكبير المسؤولين الطبّيين لبرنامج صحّتنا المستقبلية، قائلًا: «بمجرّد أن تكون لديك بيانات شاملة وعلى نطاق واسع، يمكنك عندها أن تفرض رسومًا على الباحثين من القطاع الصناعي والأوساط الأكاديمية لاستخدامها، ممّا يجعل البرنامج في النهاية قادرًا على تمويل نفسه بنفسه».

في الواقع، سيكون القطاع الخاصّ في كثير من الأحيان منفتحًا على تمويل المشاريع التي تعود بالفائدة على المنظومة كلّها. يشير السيّد أنيل سوني، الرئيس التنفيذي لمؤسّسة منظّمة الصحّة العالمية، قائلًا: «الاستثمار في نظام لا يحقّق منفعة مباشرة لشركة واحدة فقط هو أمرٌ تقوم به شركات كثيرة لضمان أنّ مصالحها التجارية ستستفيد في النهاية. قد لا تكون الاستفادة فورية، لكن يجب أن تكون مباشرة وواضحة».

السعي نحوه سيكون مصدرًا لميزة تنافسية

سيتطلّب ذلك سياساتٍ مرنة وأكثر انفتاحًا. يقول الدكتور بيرد: «نحن عالِقون بشكل صارم في صور نمطية عمرية قديمة، إلى درجة أنّ الناس لا يستطيعون حتّى التفكير بوضوح في هذه الموضوعات». ومن بين هذه الصور النمطية تعريفُ الشيخوخة من خلال العمر الزمني، ممّا يؤدّي إلى افتراض التجانس، في حين أنّه «مع ازدياد العمر [الزمني] نشهد في الواقع زيادةً في عدم التجانس، لا سيّما من ناحية التجربة الصحّية». كما تُظهِر الأبحاث أنّ البلدان التي تعتمد أنظمة جامدة على شاكلة «ادرس حتّى 25 سنة، واعمل حتّى 60 أو 65، ثمّ تقاعد» ستجد صعوبة أكبر في تحقيق كامل مكاسب العمر الصحّي؛ «إنّها هي التي تواجه التحدّيات».

الرسالة واضحة: إنّ الاستثمار في العمر الصحّي ليس مجرّد بند آخر على جدول أعمال الرعاية الصحّية – بل هو المفتاح لإطلاق الازدهار الاقتصادي في المستقبل؛ فالدول التي تغتنم هذه الفرصة اليوم لن تكتفي بالنجاة من «تسونامي الشيخوخة»، بل ستعتلي موجة الابتكار، متصدّرةً المشهدَ في عالم تُغذّي فيه الحياة الأطول النموّ الاقتصادي بدلًا من أن تستنزفه. والخيار بسيط: التأقلم والازدهار، أو المقاومة والمخاطرة بالتخلّف عن الركب في أكبر تحوّل ديموغرافي في عصرنا.

الاتجاهات

بدءًا من تراجع معدّلات المواليد إلى شيخوخة السكّان، تدفع التحوّلات الديموغرافية إلى التركيز على العمر الصحّي بوصفه ضرورة اقتصادية؛ فالعمر الصحّي يتجاوز مجرّد إدارة المخاطر أو الصحّة؛ إنّه يتعلّق باغتنام عائد يُقدَّر بتريليونات الدولارات وتأمين ميزة تنافسية مهمّة.

الأدلّة

لن يكون تقديم العمر الصحّي مجّانيًا، لكنّه سيحقّق عائدات كبيرة تصل إلى 1:16. ويمكن لإضافة سنة حياة صحّية واحدة أن تولّد ما يصل إلى 40 تريليون دولار في الولايات المتّحدة وحدها. وفي الأسواق الناشئة، قد يزيد الناتج المحلّي الإجمالي بنسبة تتراوح بين 4 و 5 ٪.

مسارات التسريع

تعدّ التقييمات الأكثر تفصيلًا وشمولية لمنافع العمر الصحّي أمرًا أساسيًّا لإقناع صانعي السياسات وتحفيز رؤوس الأموال. كما سيكون من المهمّ للدول النامية إيجاد المساحة المالية اللازمة للاستثمار.

07
السياسات

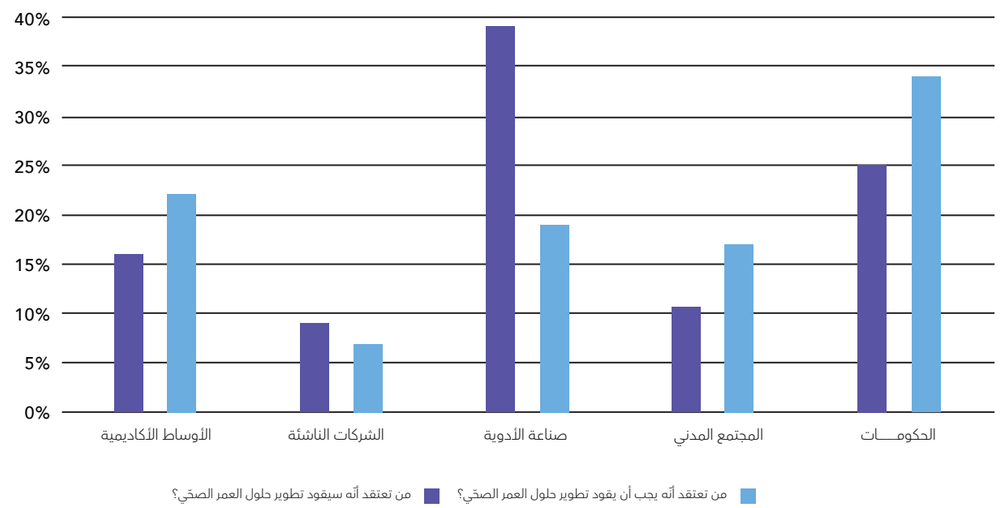
التغيير يتطلّب قيـــادة

من سيصوغ حلول العمر الصحّي في المستقبل؟ تكشف إجابات استطلاعنا عن انقسام مثير في التوقّعات؛ فقد راهن المشاركون من قطاع الأعمال بشكل كبير على شركات الأدوية، حيث يرى نصفهم تقريبًا (47 ٪) أنّها القوّة الدافعة وراء تطوير حلول العمر الصحّي. أمّا المستهلكون العاديّون فيروون قصّة مختلفة: فهم يتطلّعون إلى الحكومات لتولّي القيادة، حيث يعتقد 34 ٪ منهم أنّ القطاع العامّ ينبغي أن يقود تطوير حلول العمر الصحّي.

كما يكشف استطلاعنا عن فجوة كبيرة في القيادة العامّة؛ فمع أنّ ثلث المستجيبين من قطاع المستهلكين يعتقدون أنّ الحكومات ينبغي أن تتولّى القيادة، لكنّ ربعهم فقط (25 ٪) يعتقدون أنّ الحكومات ستتصدّى لذلك فعليًا، ممّا يُظهِر فجوةً حاسمة في الثقة بالقيادة السياسية العامّة. ولا يُجلّي هذا الاختلاف بين التطلّعات والتوقّعات مجرّد الاختلاف في وجهات النظر، بل يشير إلى الحاجة الملحّة لسدّ الفجوة بين قدرات القطاع الخاصّ ومسؤوليات القطاع العامّ في دفع علم العمر الصحّي إلى الأمام.

الشكل 15

فجوة القيادة: التوقّعات مقابل الواقع (بالنسبة إلى المستجيبين من قطاع المستهلكين)



بالنسبة إلى الحكومات، لا تكمن التحدّيات في إدراك الفرصة بقدر ما تكمن في حشد الإرادة السياسية والدعم الشعبي لاقتناصها. يقول السيّد جوناثان سايموندز، رئيس مجلس الإدارة في شركة GSK. «أعتقد أنّ المملكة العربية السعودية والإمارات العربية المتّحدة تفهمان ذلك، كما أعتقد أنّ سنغافورة تفهمه أيضًا؛ فهذه الدول تستثمر بشكل كبير في البيانات والتكنولوجيا. وفي حالة سنغافورة، تقوم الدولة فعليًا بإعادة بناء النظام فيما يتعلّق باحتياجات الصحّة الفردية والتقييم الفردي، ممّا يحوّل الجانب الطبّي من التركيز على الأمراض المعزولة إلى مقاربة أكثر شمولية؛ لقد أجريت محادثات جيّدة جدًّا أيضًا مع الحكومة الصينية؛ فلديها مشكلة ديموغرافية كبيرة للغاية، وعليها الحفاظ على صحّة الأفراد إذا أرادت الحفاظ على القدرة الإنتاجية».

> **«أعتقد أنّ المملكة العربية السعودية والإمارات العربية المتّحدة تفهمان ذلك، كما أعتقد أنّ سنغافورة تفهمه أيضًا؛ فهذه الدول تستثمر بشكل كبير في البيانات والتكنولوجيا».**
>
> **السيّد جوناثان سايموندز**
> رئيس مجلس الإدارة في شركة GSK

لا بدّ من اعتماد مقاربات حديثة في وضع السياسات وتطبيقها

ستكون الدول التي تتبنّى علم العمر الصحّي اليوم في موقع الريادة في مستقبل النموّ الاقتصادي العالمي، من خلال تعزيز الابتكار وخفض تكاليف الرعاية الصحّية وخلق مجتمعات أكثر صحّة وإنتاجية. ويتطلّب تحقيق هذه المنافع تحوّلًا في الاستراتيجيات السياسية والاقتصادية والاجتماعية، بحيث تُمنَح النتائج الصحّية طويلة الأمد أولوية على المكاسب قصيرة الأمد. يقول الدكتور مايكل هودين، الرئيس التنفيذي للتحالف العالمي للشيخوخة: «ليس الأمر أنّنا لا ينبغي أن نتحدّث عن منافع العمر الصحّي، ولكنّ وزراء الصحّة ليسوا هم الجهة المستهدفة، لأنّ التمويل غير متاح لديهم. لذلك علينا أن نتحدّث إلى وزراء الاقتصاد والمالية، الذين يريدون أن يعرفوا ما هو تأثير سياساتهم في النموّ الاقتصادي».

يستدعي تعقيدُ المهمّة المطروحة اتّباع مقاربة تشمل الاقتصاد بأكمله. يقول الدكتور ديفيد بي. أليسون، أستاذ طبّ الأطفال ورئيس كرسي أكاديمي ومدير مركز أبحاث تغذية الأطفال التابع لوزارة الزراعة الأمريكية في كلية بايلور للطبّ: «تعدّ العوامل الاقتصادية وعوامل السكن، والأمور التي لا نفكّر فيها عادةً كجزء من «البيولوجيا»، جميعها مهمّة». إنّ هذا التشابك المعقّد في العلاقات، الذي كثيرًا ما نفتقر إلى بيانات كافية عنه، يجعل اعتماد أسلوب المختبرات التجريبية مقاربةً محورية لتمكين نشر حلول العمر الصحّي على نطاق واسع.

كما تنطبق مقاربة «شمول الاقتصاد بأكمله» على الحوكمة وإعداد الموازنات؛ ففي تشيلي مثلًا تُسهِم عدّة وزارات في الميزانية الصحّية (103). وبالمثل، في المملكة العربية السعودية، يعمل المجلس الصحّي السعودي على إدماج

الاعتبارات الصحّية ضمن مختلف البرامج والسياسات الوزارية (104).

هناك حاجة إلى ابتكارات في السياسات؛ فمساعدة الناس على الادّخار لمرحلة الشيخوخة ستكون ضرورية، لا سيّما بالنسبة إلى الفئات ذات الدخل المنخفض – التي قد لا تكون دائمًا ضمن الاقتصاد الرسمي. وتُدرَس في هذا الصدد مقاربات مختلفة، بدءًا من المساهمات الحكومية المطابقة للعاملين في القطاع غير الرسمي في رواندا وكوريا، وصولًا إلى المساهمات القائمة على الاستهلاك في دول مثل الصين أو إسبانيا 105، 106، 107، 108).

يشمل ذلك اعتماد مقاربات جديدة للوقاية. يقول الدكتور راغب علي، الرئيس التنفيذي والرئيس الطبّي لمبادرة صحّتنا المستقبلية Our Future Health: «الوقاية بسيطة نسبيًا، ويمكن تقديمها عبر الصيدليات والوحدات المتنقّلة والوسائل الرقمية، ومن دون الحاجة إلى أطبّاء». ويضيف: «أعتقد أنّنا سنشهد ظهور شيء جديد — لنسمّه خدمة وطنية للوقاية — تكون مهمّته الحفاظ على صحّتنا». وسيكون تصميم مداخلات مبنية على الأدلّة عنصرًا محوريًا في تحقيق النجاح في هذا السياق؛ ويتابع: «في عالم مثالي، ينبغي لكلّ دولة أن تُنتِج أدلّتها الخاصّة. ولكن بالنسبة إلى الدول التي لا تستطيع القيام بذلك، فسيكون من المعقول الاستفادة من أدلّتنا لتنفيذ شيء ما في مجال الوقاية، بدلًا من الاستمرار في النموذج التقليدي القائم على المرض؛ فهذا النموذج ليس جيّدًا للمرضى، ولا للسكّان، وليس جيّدًا للبلد، وسيؤدّي إلى إفلاس معظم الأنظمة الصحّية خلال العقود القليلة القادمة».

لا يمكن التغاضي عن اعتبارات العدالة. يقول الدكتور بيتر دياماندیس، المؤسّس ورئيس مجلس الإدارة التنفيذي لمؤسّسة XPRIZE: «إنّ ضمان الوصول العادل إلى تقنيات العمر الصحّي أمرٌ أساسي لتجنّب تفاقم الفجوات الصحّية العالمية. لا ينبغي أن يظلّ العمر الصحّي امتيازًا للأثرياء؛ بل يجب أن يصبح حقًّا عالميًا». واليوم، لا نزال بعيدين عن هذا الواقع. تشير الأستاذة أندريا ماير، أستاذة Oon Chiew Seng في الطبّ بجامعة سنغافورة الوطنية، إلى أنّ: «معظم وسائل التشخيص والمعالجات المتوفّرة اليوم تُقدَّم بطريقة انتقائية، وهي غير ميسورة التكلفة لنسبة 99 ٪ من السكّان».

ستكون الشراكات عنصرًا محوريًا في جهود الإتاحة الشاملة (تَحْقيق الديمقراطية). يشير الدكتور دياماندیس إلى أنّ: «الشراكات بين القطاعين العامّ والخاصّ يمكن أن تُسهم في خفض تكلفة المعالجات وأدوات التشخيص المتقدّمة، ممّا يجعلها في متناول الفئات المحرومة». كما يمكن للتعاون أن يساعد على زيادة حجم رأس المال البشري المُسخَّر لهذه الجهود.

ويشير الدكتور علي إلى أنّ: «هناك الكثير من الخبرات في مجتمع علوم الحياة قد تفقدها إذا اقتصرت على الأوساط الأكاديمية أو هيئة الخدمات الصحّية الوطنية أو الحكومة فقط».

التغيير ممكن، لكنّه يحتاج أن يحدث الآن. يقول الدكتور جوردان شلاين، مؤسّس ورئيس مجلس إدارة شركة Private Medical: « يمثّل تطبيق طبّ العمر الصحّي على المستوى الوطني تحوّلًا قابلًا للتحقيق في سياسة الصحّة العامّة، لكن نافذة التدخّل المثلى متاحة فورًا؛ فمع الاستثمار الاستراتيجي والإرادة السياسية، يمكن للأمّة أن تحوّل بنيتها التحتية الصحّية بشكل جذري لتُعطي الأولوية لتحسين العمر الصحّي خلال عقد واحد فقط. يتماشى هذا الجدول الزمني مع مبادرات الصحّة العامّة الكبرى التي شهدنا نجاحها تاريخيًّا، لكنّه يتطلّب المستوى نفسه من الجهد المتناسق وتخصيص الموارد الذي ميّز بعض الحملات، مثل مكافحة التبغ أو تنفيذ اللقاحات. ولكنّ الفارق الرئيسي هو أنّ طبّ العمر الصحّي يمثّل مقاربة استباقية بدلًا من ان يكون مقاربة تفاعلية في إدارة صحّة السكّان، ممّا قد يوفّر عوائد غير مسبوقة على الاستثمار في الصحّة العامّة».

تبدو المخاطر عالية؛ فمع توقّع أن يتضاعفَ عددُ السكّان في العالم الذين هم بعمر فوق سنّ الستّين ليصل إلى 2.1 مليار بحلول سنة 2050 م (109)، فإنّ تكلفة عدم التحرّك ستكون هائلة. إنّ المكافآت المحتملة – تريليونات من الوفورات الاقتصادية وتحسين الصحّة والريادة العالمية – تتطلّب استثمارًا عاجلًا ومستدامًا في العمر الصحّي. والسؤال الآن ليس ما إذا كان ينبغي ذلك، بل مدى السرعة التي تستطيع الدول من خلالها التحوّل نحو مستقبل أكثر صحّة وازدهارًا.

«إنّ ضمان الوصول العادل إلى تقنيات العمر الصحّي أمرٌ أساسي لتجنّب تفاقم الفجوات الصحّية العالمية. لا ينبغي أن يظلّ العمر الصحّي امتيازًا للأثرياء؛ بل يجب أن يصبح حقًّا عالميًا»

الدكتور بيتر دياماندیس

المؤسّس ورئيس مجلس الإدارة التنفيذي لمؤسّسة XPRIZE

الاتجاهات

تتعامل بعض الدول بنشاط مع تحدّي العمر الصحّي. ولكن، على المستوى العالمي، لا يزال هناك فجوة حاسمة في الثقة بقيادة السياسات العامّة.

الأدلّة

يعتقد 34 ٪ من المشاركين من قطاع المستهلكين أنّ الحكومات ينبغي أن تتولّى قيادة تطوير حلول العمر الصحّي، لكنّ 25 ٪ فقط يعتقدون أنّ الحكومات ستتّخذ هذه الخطوة بالفعل. أمّا على الصعيد العالمي، فلا تمتلك سوى 108 دول من أصل 194 دولة، عضو في منظّمة الصحّة العالمية، خطّة أو سياسة أو استراتيجية تتماشى مع الشيخوخة الصحّية.

مسارات التسريع

هناك حاجة ملحّة لاتّخاذ المزيد من الإجراءات على المستوى العالمي. وسيكون من الضروري اعتماد مقاربة شاملة للاقتصاد لتصميم السياسات وتنفيذها وحوكمتها. ونظرًا إلى التداخلات المعقّدة، ينبغي للحكومات أيضًا المضيّ قدُمًا عبر التجريب قبلَ تطبيق أي مداخلة على المستوى الوطني.

الخاتمـــة

فجرُ عصرٍ جديد للعمر الصحّي

مع اختتام هذا التقرير الشامل، يتّضح أنّنا نقف على أعتاب عصر تحوّلي في علم العمر الصحّي وصناعته. يشهد هذا المجال نموًّا غير مسبوق، مدفوعًا بتلاقي المنجزات العلمية وزيادة التمويل والتحوّل في الأسلوب المتّبع تجاه الصحّة والشيخوخة.

لقد شهد تمويل أبحاث العمر الصحّي زيادة مطّردة، مع نموّ ملحوظ في الاستثمارات العامّة والخاصّة. وهذا الدعم المالي يسهم في دفع عجلة التقدّم في الطبّ التجديدي والمعالجات المضادّة للشيخوخة، ممّا يعزّز المناقشة بشأن العمر الصحّي في الأوساط الأكاديمية والصناعية والعامّة على حدٍّ سواء.

من المتوقّع أن يصل السوق العالمي للعمر الصحّي إلى تقييم مالي كبير في السنوات القادمة، ممّا يُبرِز الإمكانات الاقتصاديّة لهذا القطاع الناشئ. ولكن، لا تزال هناك تحدّيات أمام توسيع الوعي بشأن العمر الصحّي؛ كما أنّه لا يزال هناك عمل ينبغي القيام به لنقل مزايا العمر الصحّي لجميع طبقات المجتمع. ويعدّ إشراك صانعي القرار أمرًا حيويًا، إذ يحتاجون إلى فهم المنافع الاقتصادية والاجتماعية لإطالة العمر الصحّي، مثل تقليل تكاليف الرعاية الصحّية ووجود قوّة عاملة أكثر صحّة.

هناك حاجة إلى تحوّل في المعتقدات الراسخة بشأن الشيخوخة والصحّة. لا يزال الكثيرون يرون أنّ الشيخوخة تدهورٌ محتوم، بدلًا من اعتبارها عملية يمكن التعامل معها بوعي. يتطلّب تحويل هذا الفكر تغييرًا ثقافيًا، بحيث يصبح الحفاظ على الصحّة في سنّ متقدّمة هدفًا عالميًا يعود بالنفع على الجميع. وفي إطار التفاعل مع الجمهور الأوسع، يواجه مجتمع العمر الصحّي تحدّيًا في مكافحة المعلومات المضلّلة والمبالغة في الوعود في هذا المجال الناشئ. ولذلك، يعدّ الاعتماد على الأدلّة عند مناقشة العمر الصحّي أمرًا بالغ الأهمّية لضمان أن تكون المعلومات المقدّمة دقيقة وموثوقة وقابلة للتطبيق.

سيكون التوافق داخل المجتمع العلمي والسريري أمرًا ضروريًا للحفاظ على النموّ؛ فبدءًا من الاتّفاق على المؤشّرات البيولوجية ووصولًا إلى توحيد أو تقييس البروتوكولات السريرية للعمر الصحّي أو تطوير سياسات مبتكرة، سيكون التعاون ضروريًا لضمان نشر حلول العمر الصحّي على نطاق واسع.

وسيتطلّب تحقيق العمر الصحّي استثمارات، لكنّه سيعود بعوائد كبيرة؛ والفرصة واضحة: فالاستثمار في العمر الصحّي ليس مجرّد بند آخر على جدول أعمال الرعاية الصحّية، بل هو المفتاح لفتح آفاق الازدهار الاقتصادي المستقبلي. ومن الضروري توفير الحيّز المالي لإجراء هذه الاستثمارات الضرورية.

معًا يمكننا أن نصنع المستقبل

يوفّر التقاطع بين التقدّم العلمي وزيادة التمويل وزيادة الاهتمام العامّ أرضية خِصْبة لمكتَشفات ومداخلات تحويلية. ومع ذلك، فإنّ تحقيق هذا المسعى يتطلّب معالجة التحدّيات الأساسية الآتية:

1. **تعزيز فهم الجمهور** ومشاركته في مفاهيم العمر الصحّي.
2. **ضمان الممارسات والتواصل** المستنِدَيْن إلى الأدلّة لبناء المصداقية.
3. **تطوير أُطُر تنظيمية** قادرة على مواكبة التقدّم العلمي.
4. **تشجيع التعاون** بين الأوساط الأكاديمية والصناعة والحكومة لتسريع التقدّم.
5. **معالجة الاعتبارات الأخلاقية** وضمان الوصول العادل إلى المداخلات التي تطيل العمر الصحّي.

من خلال تعزيز ثقافة تُقدِّر الصحة كأصل طويل الأمد، وتشجيع الممارسات المبنيّة على الأدلّة، ومعالجة التداعيات الأخلاقية والاجتماعية المعقّدة لإطالة العمر الصحّي، يمكننا السعي نحو مستقبل تصبح فيه الحياة الأطول والأكثر صحّة ليست مجرّد احتمال للبعض، بل تغدو واقعًا يعيشه الكثيرون.

ستكون الرحلة القادمة معقّدة وصعبة، لكنّها قد بدأت؛ وحان الوقت الآن للتسريع. وتعدّ المكافآت المحتملة لتحسين جودة الحياة، وتقليل أعباء الرعاية الصحّية، وزيادة الإنتاجية المجتمعية هائلة. وقد بدأت المبادرات الوطنية وبرامج التجريبية بالظهور في أنحاء العالم، وستحتاج إلى التكرار والتوسّع. إنّ القيام بذلك بطريقة تعود بالنفع على الجميع سيتطلّب تبادلَ الخبرات والتجارب والتكنولوجيا والبيانات ورأس المال. وقد حان الوقتُ لتوسيع نطاق الحلول الصحّية، وضمان الوصول العادل إلى العمر الصحّي.

الملحق 1

يعدّ الاستثمار في مجالي العمر الصحّي وطول العمر مترابطَيْن، ولكنّهما متميّزان. يشمل فضاءُ الاستثمار الأوسع في طول العمر بعضَ القطاعات، مثل أدوات التشخيص الاستهلاكية والمكمّلات الغذائية وعيادات طول العمر والتجميل المتقدّم. أمّا الاستثمارات في العمر الصحّي، فتتركّز على المداخَلات أو الحلول العلمية القائمة على الأدلّة، التي تمكّن من إطالة العمر الصحّي؛ فإطالة العمر بحدّ ذاته ليس الهدف، رغم أنّه قد يكون نتيجة إيجابية للمداخلة.

لا يوجد، حتّى اليوم، قاعدة بيانات متّفق عليها بشكل عام لتتبّع استثمارات العمر الصحّي. ولكن، بالنسبة إلى هذا الإصدار الثاني، أمكنَ تحقيق ذلك من خلال العمل مع بيانات شركة الأبحاث Longevity. Technology وتضييق المجالات لتشمل تلك المُدرجَة لاحقًا.

• **الوراثة:** يُحدَّد نحو 25٪ من تفاوت العمر الصحّي عند الإنسان بواسطة الوراثة، لكنّ الجينات النوعيّة ومساهماتها غير مفهومة بشكل جيّد. تهدف شركاتُ وراثيّات العمر الصحّي إلى تحديد الجينات وتصحيحها عبر المعالجات التي تعزّز مدّة أطول من الصحّة الجيّدة.

• **أدوات التشخيص:** من خلال تتبّع التغيّرات الجوهرية في الجسم مع تقدّم العمر، ومراقبة التعرّض للمحدّدات الصحّية، تمتلك طرائق تشخيص العمر الصحّي القدرةَ على تعزيز عملية الشيخوخة الصحّية، وإطالة المدّة التي يعيشها الإنسان بصحّة جيّدة.

• **المعالجات المضادّة للشيخوخة:** تشتمل المعالجات المضادّة للشيخوخة على طرائق مختلفة لمعالجة الشيخوخة، مثل المواد الحالّة للخلايا الهَرِمة والمواد المعدّلة للشيخوخة ومانعات الشيخوخة والمعدّلات المناعية المرتبطة بالشيخوخة. وكلّ طريقة تقدّم فرصًا وتحدّيات فريدة، وقد تُستخدَم مجتمعةً لمعالجة الشيخوخة الخلوية وتَعْزيز الشيخوخة الصحّية.

• **الصحّة الإنجابية:** تعمل بعض الشركات على معالجة العقم وانقطاع الطمث (سنّ اليأس) من خلال تعديل العوامل المسبّبة لشيخوخة الأعضاء التناسلية، بهدف إطالة مدّة الصحّة الإنجابية، وتعزيز العافية العامّة.

• **منصّات الاكتشاف:** يُعدّ اكتشاف الأدوية عمليةً طويلة ومكلفة، وغالبًا ما تكون غير ناجحة. ولكن، تُمثّل تقنيات المنصّات أدواتٍ قيّمة لتحسين الكفاءة وجودة تطوير المستحضرات الدوائية. لذلك، تعمل الكثير من الشركات على تطوير منصّات اكتشاف ذات ملكية خاصّة بها للتَّمكّن من تحديد الأهداف العلاجية التي تسهم في إطالة سنوات الحياة الصحّية.

• **أدوية العمر الصحّي:** يعدّ مجال صيدلة العمر الصحّي واعدًا بإحداث ثورة في الرعاية الصحّية للمسنّين. ويُقصَد بأدوية العمر الصحّي أيّ جزيء جديد مصمّم أو مكتشف للتأثير في جين أو مسار محدّد مرتبط بالحفاظ على الصحّة مع التقدّم في العمر (مثل الرابالوجات ومنشّطات البروتين المساعد المُنشِّط لتنظيم إنتاج الطاقة في الخلية PGC-1α ومعدِّلات السِّرْتوين).

• **صحّة الجهاز المناعي:** تمارس آليّات الدفاع المناعي الفعّالة دورًا حاسمًا في إطالة سنوات الحياة الصحّية؛ إذ تُظهِر الدراسات أنّ المئويين يمتلكون فروقًا كبيرة في الجهاز المناعي مقارنةً بكبار السنّ الآخرين. تستهدف شركاتُ الصحّة المناعية الجهازَ المناعي بشكل مباشر لتعديله وتحسين الصحّة العامّة مع تقدّم العمر.

• **التجدّد الأيضي أو الاستقلابي:** إنّ تثبيط مسارات استشعار وفرة المُغذِّيات وتنشيط البروتينات المستشعرة لنقص المُغذِّيات يطيلان العمرَ الصحّي في نماذج حيوية متعدّدة. ولذلك، تركّز الشركات التي تدرس التجدّد الأيضي أو الاستقلابي على مداخلات غذائية أو دوائية تهدف إلى تحسين جوانب من الشيخوخة، حتّى عند إعطائها في مراحل متأخّرة من العمر.

• **المِكْروبيوم:** تُظهِر الأدلّة أنّ مِكْروبيوم الأمعاء يسهم في الكثير من التغيّرات المرتبطة بتقدّم العمر، بما في ذلك اختلال وظيفة الجهاز المناعي وزيادة القابلية للإصابة بالأمراض. يخضع مجتمع البكتيريا أو الجراثيم المعوية لتحوّلات واسعة عبر مراحل الحياة، تؤثّر في التغيّرات الأيضية وفي الاستجابة المناعية، بما يجعله أحدَ المحاور الواعدة في فهم الشيخوخة وتعزيز الصحّة خلال العمر.

• **التقنيات العصبية:** يقدّم هذا المجال حلولًا متقدّمة تخدم السكّان المتقدّمين في العمر من خلال تحسين كشف الاضطرابات العصبية وتشخيصها، وتسهيل المعالجة، والمساهمة المحتملة في الوقاية. كما تساعد التقنيات العصبية على مراقبة تأثيرات نمط الحياة والعوامل البيئية في صحّة الدماغ، كما تؤدّي دورًا محوريًا في فهم الأمراض العصبية والتدخّل المبكّر للحدّ من تفاقمها.

• **التجديد الحيوي:** يهدف هذا المجالُ إلى تقليل العمر البيولوجي للخلايا أو الأعضاء أو الأفراد؛ ويركّز على عمليات التنظيف داخل الخلايا أو تجديد العُضَيّات ضمنها، وهو ما يميّزه عن تقنيات إعادة البرمجة الخلوية أو التجديد النسيجي؛ فالغاية الأساسية هنا هي استعادة الخلايا والأنظمة الحيوية إلى حالة أكثر صحّة وشبابًا، بما يدعم إطالة مدّة الحياة الصحّية.

• **إعادة البرمجة:** تهدف الشركات إلى إعادة الخلايا الشائخة إلى حالات أكثر شبابًا من خلال إعادة برمجة تركيبتها الجينية أو فوق الجينية. ويسعى بعضها إلى استكشاف أهداف جينية جديدة تُسهِم في خفض العمر فوق الجيني، مع الحفاظ على الهويّة الجسدية للخلايا (إعادة البرمجة الجزئية)، بهدف إطالة مدّة الحياة الصحّية دون المساس بوظائف الخلايا الأساسية.

• **التجدّد:** تمتلك جميع الكائنات الحيّة القدرةَ على التجدّد للحفاظ على الأنسجة والأعضاء. يهدف التجدّد إلى استبدال الخلايا والأنسجة والأعضاء وأجزاء الجسم التالفة. لذلك، تمارس شركات الخلايا الجذعية دورًا محوريًا في عمليات التجدّد، بينما تسعى شركات أخرى إلى استبدال الأعضاء بالكامل من خلال بعض الطرائق، مثل الزرع بين الأنواع أو هندسة الأنسجة.

• **الاستخدام الجديد للأدوية:** أظهرت عدّة أدوية معتمدة تأثيرات محفّزة للصحّة في النماذج التجريبية. وتُجرى دراسات سريرية على أدوية شائعة، مثل الميتفورمين والراباميسين لإعادة توظيفها بهدف تمديد العمر الصحّي للإنسان.

• **الأدوية العصبية:** غالبًا ما يتدهور أداء الدماغ مع التقدّم في العمر، حتّى دون وجود مرض. يشمل هذا المجالُ تطويرَ أدوية تستهدف الجهاز العصبي، بهدف معالجة الأمراض العصبية التنكّسية الشائعة المرتبطة بالعمر، والحفاظ على الصحّة المعرفية طوالَ الحياة.

• **التعليم:** مع تطوّر علوم الشيخوخة وتقنياتها بسرعة، يصبح من الضروري مشاركة المعرفة خارج المجتمع العلمي. يهدف مقدّمو التعليم في مجال العمر الصحّي اليومَ إلى تمكين المتخصّصين في الرعاية الصحّية من الاطلاع على الوضع الحالي والمستقبلي لهذا المجال، مع التركيز على إطالة سنوات الحياة الصحّية.

توفّر هذه المجالات، مجتمعةً، مجموعة أكثر دقّة لتتبّع الاستثمارات في العمر الصحّي مقارنةً بمجال إطالة العمر الأوسع. ولكن، تبقى هذه البيانات تقريبية، ويجب فهمها على هذا الأساس؛ ثمّ تُدمَج البيانات مع الرؤى المستمدّة من بياناتنا الخاصة بقطاع الأعمال لتقديم منظور مفيد عن مناخ الاستثمار الذي يشكّل مستقبل مجالي العمر الصحّي وإطالته.

المراجـــــــع

1. **Roche, C. (2024, February 8).** Shaping a future of healthy ageing: reflections from the Global Healthspan Summit. Economist Impact – Perspectives. https://impact.economist.com/perspectives/health/shaping-future-healthy-ageing-reflections-global-healthspan-summit

2. **Friedman, H. A.** (2017, May 30). Healthspan Is More Important Than Lifespan, So Why Don't More People Know About It? | Institute for Public Health | Washington University in St. Louis. Washington University in St. Louis. https://publichealth.wustl.edu/heatlhspan-is-more-important-than-lifespan-so-why-dont-more-people-know-about-it/

3. **National Institute on Aging.** (2024). Fiscal Year 2024 Budget. National Institute on Aging. https://www.nia.nih.gov/about/budget/fiscal-year-2024-budget

4. **National Institute on Aging.** (2024). Fiscal Year 2025 Budget. National Institute on Aging. https://www.nia.nih.gov/about/budget/fiscal-year-2025-budget

5. **New York Stem Cell Foundation.** (12 C.E., December 14). Our Community's Top 10 Stem Cell and Neuroscience Breakthroughs of 2023. New York Stem Cell Foundation. https://nyscf.org/resources/our-communitys-top-10-stem-cell-and-neuroscience-breakthroughs-of-2023/

6. **Ruger, J. P., & Yach, D. (2009).** The Global Role of the World Health Organization. Global Health Governance : The Scholarly Journal for the New Health Security Paradigm, 2(2), 1. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3981564/

7. **Psico-smart Editorial Team.** (2024, August 28). The Impact of Wearable Technology on Personal Health Monitoring. Psico-Smart.com. https://psico-smart.com/en/blogs/blog-the-impact-of-wearable-technology-on-personal-health-monitoring-162704

8. **Evans, H. (2022, April 28).** The Powerful Opportunities of Wearable Technology in Healthcare. Velvetech. https://www.velvetech.com/blog/wearable-technology-in-healthcare/

9. **Pharmiweb. (2024, April 18).** Wearable Technology Market Trends: A Journey Towards USD 231 Billion by 2032 (Wired Release, Ed.). PharmiWeb.com. https://www.pharmiweb.com/press-release/2024-04-18/wearable-technology-market-trends-a-journey-towards-usd-231-billion-by-2032

10. **Australian Government (Department of Health and Aged Care).** (2023, October 3). Preventive and Public Health Research initiative. Australian Government Department of Health and Aged Care. https://www.health.gov.au/our-work/mrff-preventive-and-public-health-research-initiative

11. **Medina, A. F. (2022, October 21).** Singapore Introduces New Healthcare Reform Plan. ASEAN Business News; Asean Briefing. https://www.aseanbriefing.com/news/singapore-introduces-new-healthcare-reform-plan/

12. **The Lancet Regional Health – Western Pacific.** (2023, August 31). Healthier SG: for a healthier Singapore and beyond. The Lancet. https://www.thelancet.com/journals/lanwpc/article/PIIS2666-6065(23)00211-0/fulltext

13. **Toh, C., Chew, S., & Tan, C. (2002).** Prevention and Control of Non- Communicable Diseases in Singapore: A Review of National Health Promotion Programmes. Singapore Med J, 43(7), 333–339. http://www.smj.org.sg/sites/default/files/4307/4307a1.pdf

14. **Wels-Maug. (2024, January 25).** "Our Future Health": Shifting from curative to preventive care. Healthcare-In-Europe.com. https://healthcare-in-europe.com/en/news/our-future-health-curative-preventive-care.html

15. **Genomics Education Programme. (2024, June 27).** Our genomic future – Genomics Education Programme. Genomics Education Programme. https://www.genomicseducation.hee.nhs.uk/blog/our-genomic-future/

16. **Suda, M., Paul, K. H., Tripathi, U., Tohru Minamino, Tchkonia, T., & Kirkland, J. L. (2024).** Targeting Cell Senescence and Senolytics: Novel Interventions for Age-Related Endocrine Dysfunction. Endocrine Reviews. https://doi.org/10.1210/endrev/bnae010

17. **Falshaw, N., Sagner, M., & Siow, R. C. (2024). The Longevity Med Summit: insights on healthspan from cell to society.** Frontiers in Aging, 5. https://doi.org/10.3389/fragi.2024.1417455

18. **The Economist. (2024, October 24).** It's not just obesity. Drugs like Ozempic will change the world. The Economist. https://www.economist.com/leaders/2024/10/24/its-not-just-obesity-drugs-like-ozempic-will-change-the-world

19. **Fragility Fracture Network (2023, July 11).** Japan: Policy changes increase access to osteoporosis management for fragility fracture patients – Fragility Fracture Network. Fragility Fracture Network. https://fragilityfracturenetwork.org/japan-policy-changes-increase-access-to-osteoporosis-management-for-fragility-fracture-patients/

20. **Gao, L., Byung Wan Lee, Chawla, M., Kim, J., Huo, L., Du, L., Huang, Y., & Ji, L. (2023)**. Tirzepatide versus insulin glargine as second-line or third-line therapy in type 2 diabetes in the Asia-Pacific region: the SURPASS-AP-Combo trial. Nature Medicine, 29(6), 1500–1510. https://doi.org/10.1038/s41591-023-02344-1

21. **Lamija Ferhatbegović, Mršić, D., & Amra Macić-Džanković. (2023).** The benefits of GLP1 receptors in cardiovascular diseases. Frontiers in Clinical Diabetes and Healthcare, 4. https://doi.org/10.3389/fcdhc.2023.1293926

22. **Kyoung Ree Lim, Kwang Jin Chun, Bum Sung Kim, & Lee, S. (2024).** The Effect of Sodium–Glucose Cotransporter-2 Inhibitors on COVID-19 Patients with Type 2 Diabetes Mellitus: A Retrospective Cohort Study Using the Common Data Model. Journal of Clinical Medicine, 13(2), 431–431. https://doi.org/10.3390/jcm13020431

23. **Tisch, C., Xourgia, E., Aristomenis Exadaktylos, & Mairi Ziaka. (2024).** Potential use of sodium glucose co-transporter 2 inhibitors during acute illness: a systematic review based on COVID-19. Endocrine. https://doi.org/10.1007/s12020-024-03758-8

24. **Dimnjaković, J., Buble, T., Ivanko, P., Pristaš, I., Brborović, O., & Brborović, H.** (2024). Association of anti-diabetic drugs and COVID-19 outcomes in patients with diabetes mellitus type 2 and cardiomyopathy. Scientific Reports, 14(1). https://doi.org/10.1038/s41598-024-57871-9

25. **Cheng, F.-F., Liu, Y.-L., Du, J., & Lin, J.-T. (2022)**. Metformin's Mechanisms in Attenuating Hallmarks of Aging and Age-Related Disease. Aging and Disease, 13(4), 970. https://doi.org/10.14336/ad.2021.1213

26. **Winstead, E. (2022, January 20).** Can mRNA Vaccines Help Treat Cancer? National Cancer Institute. https://www.cancer.gov/news-events/cancer-currents-blog/2022/mrna-vaccines-to-treat-cancer

27. **Lee, J., Woodruff, M. C., Kim, E. H., & Nam, J.-H. (2023)**. Knife's edge: Balancing immunogenicity and reactogenicity in mRNA vaccines. Experimental & Molecular Medicine, 1–9. https://doi.org/10.1038/s12276-023-00999-x

28. **Brockman, M. A., Mwimanzi, F., Lapointe, H. R.**, Sang, Y., Agafitei, O., Cheung, P. K., Ennis, S., Ng, K., Basra, S., Lim, L. Y., Yaseen, F., Young, L., Umviligihozo, G., Omondi, F. H., Kalikawe, R., Burns, L., Brumme, C. J., Leung, V., Montaner, J. S. G., & Holmes, D. (2021).

29. **Reduced Magnitude and Durability of Humoral Immune Responses to COVID-19 mRNA Vaccines Among Older Adults.** The Journal of Infectious Diseases, 225(7), 1129–1140. https://doi.org/10.1093/infdis/jiab592

30. **Semelka, C. T., DeWitt, M. E., Blevins, M. W., & Alexander-Miller, M. A. (2022, July 21).** Frailty and Age Impact Immune Responses to Moderna COVID-19 mRNA Vaccine. ResearchGate; unknown. https://www.researchgate.net/publication/362409349_Frailty_and_Age_Impact_Immune_Responses_to_Moderna_COVID-19_mRNA_Vaccine

31. **Jergović, M., Uhrlaub, J. L., Watanabe, M., Bradshaw, C. M., White, L. M., LaFleur, B. J., Edwards, T., Sprissler, R., Worobey, M., Bhattacharya, D., & Nikolich-Žugich, J. (2022).** Competent immune responses to SARS-CoV-2 variants in older adults following two doses of mRNA vaccination. Nature Communications, 13(1). https://doi.org/10.1038/s41467-022-30617-9

32. **Parry, H., Tut, G., Bruton, R., Faustini, S. E., Stephens, C., Saunders, P. O., Christopher, Hilyard, K. L., Brown, K. K., Gayatri Amirthalingam, Charlton, S., Leung, S., Chiplin, E., Coombes, N., Bewley, K. R., Elizabeth Maggie Penn, Rowe, C., Otter, A., Watts, R., & D'Arcangelo, S. (2021).** mRNA vaccination in people over 80 years of age induces strong humoral immune responses against SARS-CoV-2 with cross neutralization of P.1 Brazilian variant. 10. https://doi.org/10.7554/elife.69375

33. **News Medical. (2024, November 15).** MEMPHIS system sheds light on vaccine response differences across ages. https://www.news-medical.net/news/20241115/MEMPHIS-system-sheds-light-on-vaccine-response-differences-across-ages.aspx

34. **Boston Children's Hospital. (2024, November 15).** In vitro model enables study of age-specific responses to COVID mRNA vaccines. Medicalxpress.com. https://medicalxpress.com/news/2024-11-vitro-enables-age-specific-responses.html

35. **Majtenyi, C. (2024).** Brock-led immunotherapy research shows potential to extend healthy lifespan of humans. The Brock News, a News Source for Brock University. https://brocku.ca/brock-news/2023/11/brock-led-immunotherapy-research-shows-potential-to-extend-healthy-lifespan-of-humans/

36. **Technology Networks. (2023, November 22).** Promising Immunotherapy Could Potentially Extend Healthy Human Lifespan. Biopharma from Technology Networks; Technology Networks. https://www.technologynetworks.com/biopharma/news/promising-immunotherapy-could-potentially-extend-healthy-human-lifespan-381302

37. **Hunt, D., & University, B. (2023, November 21).** Immunotherapy research shows potential to extend healthy lifespan of humans. Medicalxpress.com. https://medicalxpress.com/news/2023-11-immunotherapy-potential-healthy-lifespan-humans.html

38. **Huang, J. (2024, July 1).** CRISPR-Cas Genome Editing For Rejuvenation Of Aging Stem Cells. Www.cellandgene.com. https://www.cellandgene.com/doc/crispr-cas-genome-editing-for-rejuvenation-of-aging-stem-cells-0001

39. **Palmgren , G. (2024, October 3).** News: CRISPR-Cas9 screens identify ageing regulators in neural stem cells – CRISPR Medicine. CRISPR Medicine. https://crisprmedicinenews.com/news/crispr-cas9-screens-identify-ageing-regulators-in-neural-stem-cells/

40. **Ruetz, T. J., Kashiwagi, C. M., Morton, B., Yeo, R. W., Leeman, D. S., Morgens, D. W., Tsui, C. K., Li, A., Bassik, M. C., & Brunet, A. (2021, November 23).** In vitro and in vivo CRISPR-Cas9 screens reveal drivers of aging in neural stem cells of the brain [Review of In vitro and in vivo CRISPR-Cas9 screens reveal drivers of aging in neural stem cells of the brain]. BioRxiv. https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.11.23.469762v1.full

41. **Carolina Cano Macip, Hasan, R., Hoznek, V., Kim, J., Yuancheng Ryan Lu, Metzger, L. E., Sethna, S., & Davidsohn, N. (2024, February 15).** Gene Therapy-Mediated Partial Reprogramming Extends Lifespan and Reverses Age-Related Changes in Aged Mice. Cellular Reprogramming, 26(1), 24–32. https://doi.org/10.1089/cell.2023.0072

42. **Yücel, A. D., & Gladyshev, V. N. (2024).** The long and winding road of reprogramming-induced rejuvenation. Nature Communications, 15(1), 1941. https://doi.org/10.1038/s41467-024-46020-5

43. **Ocampo, A., Reddy, P., Martinez-Redondo, P., Platero-Luengo, A.**, Hatanaka, F., Hishida, T., Li, M., Lam, D., Kurita, M., Beyret, E., Araoka, T., Vazquez-Ferrer, E., Donoso, D., Roman, J. L., Xu, J., Rodriguez Esteban, C., Nuñez, G., Nuñez Delicado, E., Campistol, J. M., & Guillen, I. (2016). In Vivo Amelioration of Age-Associated Hallmarks by Partial Reprogramming. Cell, 167(7), 1719-1733.e12. https://doi.org/10.1016/j.cell.2016.11.052

44. **Paine, P. T., Nguyen, A., & Ocampo, A. (2023).** Partial cellular reprogramming: A deep dive into an emerging rejuvenation technology. Aging Cell. https://doi.org/10.1111/acel.14039

45. **Weill Cornell Medicine. (2024, August 19).** Study Finds Potential Link Between DNA Markers and Aging Process. WCM Newsroom; Weill Cornell Medicine. https://news.weill.cornell.edu/news/2024/08/study-finds-potential-link-between-dna-markers-and-aging-process

46. **Reichmann, R., Schulze, M. B., Pischon, T., Weikert, C., & Aleksandrova, K. (2024, May 11).** Biomarker signatures associated with ageing free of major chronic diseases: results from a population-based sample of the EPIC-Potsdam cohort. Age and Ageing, 53(Supplement_2), ii60–ii69. https://doi.org/10.1093/ageing/afae041

47. **The Harvard Gazette. (2024, February 16).** Looking to rewind the aging clock. Harvard Gazette. https://news.harvard.edu/gazette/story/2024/02/looking-to-rewind-the-aging-clock/?utm_source=chatgpt.com

48. **Ying, K., Liu, H., Tarkhov, A. E., Sadler, M. C., Lu, A. T., Moqri, M., Horvath, S., Kutalik, Z., Shen, X., & Gladyshev, V. N. (2024).** Causality-enriched epigenetic age uncouples damage and adaptation. Nature Aging, 1–16. https://doi.org/10.1038/s43587-023-00557-0

49. **Whaley, A. (2021, August 5).** New Developments in Human Healthspan and Longevity – NYAS. NYAS – the New York Academy of Sciences. https://www.nyas.org/shaping-science/events/ebriefing/new-developments-in-human-healthspan-and-longevity/

50. **Ivica Smokovski, Steinle, N., Behnke, A., Bhaskar, M., Grech, G., Richter, K., Günter Niklewski, Birkenbihl, C., Parini, P., Andrews, R. J., Bauchner, H., & Golubnitschaja, O. (2024, May 11).** Digital biomarkers: 3PM approach revolutionizing chronic disease management – EPMA 2024 position. the EPMA Journal, 15(2), 149–162. https://doi.org/10.1007/s13167-024-00364-6

51. **Hevolution. (2024, June 10).** Hevolution Foundation: Transforming Healthspan Science with Unprecedented $400M Funding Surge [Review of Hevolution Foundation: Transforming Healthspan Science with Unprecedented $400M Funding Surge]. Hevolution. https://hevolution.com/en/web/guest/w/hevolution-foundation-transforming-healthspan-science-with-unprecedented-400m-funding-surge

52. **Lee, S. (2024, February 2).** What We Learned About Healthspan in 2023. Rupa Health. https://www.rupahealth.com/post/what-we-learned-about-healthspan-in-2023

53. **Blanco-González, A., Cabezón, A., Seco-González, A., Conde-Torres, D., Antelo-Riveiro, P., Piñeiro, Á., & Garcia-Fandino, R. (2023).** The Role of AI in Drug Discovery: Challenges, Opportunities, and Strategies. The Role of AI in Drug Discovery: Challenges, Opportunities, and Strategies, 16(6), 891–891. https://doi.org/10.3390/ph16060891

54. **Katsoulakis, E., Wang, Q., Wu, H., Shahriyari, L., Fletcher, R., Liu, J., Achenie, L., Liu, H., Jackson, P., Xiao, Y., Syeda-Mahmood, T., Tuli, R., & Deng, J. (2024).** Digital twins for health: a scoping review. Npj Digital Medicine, 7(1), 1–11. https://doi.org/10.1038/s41746-024-01073-0

55. **Bates, D. A. (2024, January 17).** Euralis. Eularis – Accelerating Business Growth. https://eularis.com/how-synthetic-data-and-digital-twins-are-transforming-research-and-clinical-trials/

56. **Sanofi. (2024, May 22).** Digital "Twinning": Clinical Trials Powered by AI. Www.sanofi.com. https://www.sanofi.com/en/magazine/our-science/digital-twinning-clinical-trials-aif

57. **Wan, C. (2023, January 18).** 4 Ways AI Transforms Clinical Trials. Ambiq. https://ambiq.com/blog/4-ways-ai-transforms-clinical-trials/

58. **Natural Antibody. (n.d.).** How AI reduces the cost and time of drug discovery and development – NaturalAntibody. Www.naturalantibody.com. https://naturalantibody.com/use-case/how-ai-reduces-the-cost-and-time-of-drug-discovery-and-development/

59. **McKinsey & Company. (2024, January 9).** Generative AI in the pharmaceutical industry: Moving from hype to reality | McKinsey. Www.mckinsey.com. https://www.mckinsey.com/industries/life-sciences/our-insights/generative-ai-in-the-pharmaceutical-industry-mov-

ing-from-hype-to-reality

60. **Boston Consulting Group. (2023).** Unlocking the potential of AI in Drug Discovery Current status, barriers and future opportunities. https://cms.wellcome.org/sites/default/files/2023-06/unlocking-the-potential-of-AI-in-drug-discovery_report.pdf

61. **AIDDISONTM, AI-powered drug discovery software | Merck KGaA, Darmstadt, Germany.** (n.d.). https://www.emdgroup.com/en/research/science-space/envisioning-tomorrow/future-of-scientific-work/aiddison.html?global_redirect=1

62. **Dylan, C. (2024, December 3).** Recursion Pharmaceuticals' (RXRX) Bold Acquisition Places it as an Industry Leader. TipRanks Financial; Tipranks. https://www.tipranks.com/news/recursion-pharmaceuticals-rxrx-bold-acquisition-makes-it-a-leader-in-ai-drug-discovery

63. **Recursion Pharmaceuticals, Inc. (2024, November 12).** Recursion Announces the Release of OpenPhenom-S/16 in Google Cloud's Model Garden. GlobeNewswire News Room; Recursion Pharmaceuticals, Inc. https://www.globenewswire.com/news-release/2024/11/12/2979786/0/en/Recursion-Announces-the-Release-of-OpenPhenom-S-16-in-Google-Cloud-s-Model-Garden.html

64. **Businesswire. (2024, October 15).** Shift Bioscience Raises $16M to Advance Cell Simulation AI Platform [Review of Shift Bioscience Raises $16M to Advance Cell Simulation AI Platform]. Businesswire. https://www.businesswire.com/news/home/20241015745730/en/Shift-Bioscience-Raises-16M-to-Advance-Cell-Simulation-AI-Platform

65. **Hutson, M. (2024).** How AI is being used to accelerate clinical trials. Nature, 627(8003), S2–S5. https://doi.org/10.1038/d41586-024-00753-x

66. **Zhang, B., Zhang, L., Chen, J., Jin, Z., Liu, S., & Zhang, S. (2023).** Harnessing artificial intelligence to improve clinical trial design. Communications Medicine, 3(1). https://doi.org/10.1038/s43856-023-00425-3

67. **Gupta, S. (2024, August 21).** AI in Clinical Trials: Optimizing study design for Better results | blog. Maxis Clinical Sciences. https://www.maxisclinical.com/insights/blog/ai-in-clinical-trials-optimizing-study-design-for-better-results/

68. **Du, R., Gordon, J., Phuong , A., & Liu, S. (2024, April 22).** AI in clinical trial planning and design feasibility. ZSassociates; ZS. https://www.zs.com/insights/ai-for-clinical-trial-design-and-planning

69. **Dr. Chinta Sidharthan. (2024, November 6).** News-Medical. News-Medical. https://www.news-medical.net/news/20241106/AI-outperforms-doctors-in-diagnostics-but-falls-short-as-a-clinical-assistant.aspx

70. **Roy, A. (2023, July 28).** Artificial intelligence: 10 promising interventions for healthcare. NIHR Evidence. https://evidence.nihr.ac.uk/collection/artificial-intelligence-10-promising-interventions-for-healthcare/

71. **Kumar, Y., Koul, A., Singla, R., & Ijaz, M. F. (2022).** Artificial Intelligence in Disease diagnosis: a Systematic Literature review, Synthesizing Framework and Future Research Agenda. Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing, 14(7), 8459–8486. https://doi.org/10.1007/s12652-021-03612-z

72. **Taha Shiwani, Relton, S. D., Evans, R., Kale, A. U., Heaven, A., Clegg, A., Aseel Abuzour, Alderman, J., Anand, A., Cini Bhanu, Bunn, J., Collins, J., Cutillo, L., Hall, M., Keevil, V. L., Mitchell, L., Giulia Ogliari, Penfold, R., James van Oppen, & Vardy, E. (2023).** New Horizons in artificial intelligence in the healthcare of older people. Age and Ageing, 52(12). https://doi.org/10.1093/ageing/afad219

73. **Dorsa Shirini, Schwartz, L. H., & Laurent Dercle. (2023).** Artificial intelligence for aging research in cancer drug development. Aging, 15(22), 12699–12701. https://doi.org/10.18632/aging.204914

74. **Sandoiu, A. (2019, September 26).** AI just as good at diagnosing illness as humans. Www.medicalnewstoday.com. https://www.medicalnewstoday.com/articles/326460

75. **Ghaffar Nia, N., Kaplanoglu, E., & Nasab, A. (2023).** Evaluation of artificial intelligence techniques in disease diagnosis and prediction. Discover Artificial Intelligence, 3(1). https://doi.org/10.1007/s44163-023-00049-5

76. **Goh, E., Gallo, R., Hom, J., Strong, E., Weng, Y., Kerman, H., Cool, J. A., Kanjee, Z., Parsons, A. S., Ahuja, N., Horvitz, E., Yang, D., Milstein, A., Olson, A. P. J., Rodman, A., & Chen, J. H. (2024).** Large Language Model Influence on Diagnostic Reasoning. JAMA Network Open, 7(10), e2440969. https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2024.40969

77. **Protected Wellness. (2024, September 16).** Healthspan AI Executive Summary. Protected Wellness. https://protectedwellness.com/healthspan-ai-executive-summary/

78. **Alowais, S. A., Alghamdi, S. S., Alsuhebany, N., Alqahtani, T., Alshaya, A., Almohareb, S. N., Aldairem, A., Alrashed, M., Saleh, K. B., Badreldin, H. A., Yami, A., Harbi, S. A., & Albekairy, A. M. (2023).** Revolutionizing healthcare: the role of artificial intelligence in clinical practice. BMC Medical Education, 23(1). https://doi.org/10.1186/s12909-023-04698-z

79. **Parekh, A.-D. E., Shaikh, O. A., Simran, Manan, S., & Hasibuzzaman, M. A. (2023).** Artificial intelligence (AI) in personalized medicine: AI-generated personalized therapy regimens based on genetic and medical history: short communication. Annals of Medicine and Surgery, 85(11), 5831. https://doi.org/10.1097/MS9.0000000000001320

80. **McKinsey & Company, Shah, B., Viswa, C. A., Zurkiya, D., Leydon, E., & Bleys, J. (2024, February).** Generative AI in the pharmaceutical industry | McKinsey (L. Kanter, Ed.). Www.mckinsey.com. https://www.mckinsey.com/industries/life-sciences/our-insights/generative-ai-in-the-pharmaceutical-industry-moving-from-hype-to-reality#/

81. **Hamzelou, J. (2024, May 20).** The quest to legitimize longevity medicine. MIT Technology Review. https://www.technologyreview.com/2024/03/18/1089888/the-quest-to-legitimize-longevity-medicine/

82. **Sara, Strauss, T., Palmer, A. K., Hurt, R. T., Island, L., Goshen, A., Laureen, Kirkland, J. L., Bischof, E., & Maier, A. B. (2024).** Establishing healthy longevity clinics in publicly funded hospitals. GeroScience. https://doi.org/10.1007/s11357-024-01132-0

83. **The Department of Health – Abu Dhabi (DoH) (2024).** Department of Health – Abu Dhabi licenses Institute for Healthier Living Abu Dhabi as world's first specialised Healthy Longevity Medicine Centre. Mediaoffice.abudhabi; Abu Dhabi Media Office. https://www.mediaoffice.abudhabi/en/health/department-of-health-abu-dhabi-licenses-institute-for-healthier-living-abu-dhabi-as-worlds-first-specialised-healthy-longevity-medicine-centre/

84. **PricewaterhouseCoopers. (2024).** Gulf's longevity sector has a long way to go. PwC. https://www.pwc.com/m1/en/media-centre/articles/gulf-longevity-sector-has-long-way-to-go.html

85. **Health Sector Transformation Program. (2022). Vision2030.Gov.sa.** https://www.vision2030.gov.sa/en/explore/programs/health-sector-transformation-program

86. **Hevolution Foundation. (2023).** ENABLING A HEALTHY LIFESPAN FOR SAUDI ARABIA. https://hevolution.com/documents/20121/0/Enabling+A+Healthy+Lifespan+for+Saudi+Arabia.pdf

87. **UCI Center for HealthSpAN Sciences: Evidence-Based Education to Improve Health. (2022, January 28).** UCI School of Pharmacy & Pharmaceutical Sciences. https://pharmsci.uci.edu/2022/01/28/uci-center-for-healthspan-sciences-evidence-based-education-to-improve-health/

88. **Majumder, M. a. A., Haque, M., & Razzaque, M. S. (2023).** Editorial: Trends and challenges of medical education in the changing academic and public health environment of the 21st century. Frontiers in Communication, 8. https://doi.org/10.3389/fcomm.2023.1153764

89. **Garmany, A., Yamada, S., & Terzic, A. (2021).** Longevity leap: mind the healthspan gap. Npj Regenerative Medicine, 6(1), 1–7. https://doi.org/10.1038/s41536-021-00169-5

90. **BRANDVOICE. (2023, November 6)**. US$13 trillion by 2031: The megatrend shaping the

growing wellness industry. Forbes Australia. https://www.forbes.com.au/brand-voice/brand-voice/13-trillion-by-2031-megatrend-wellness-industry/

91. **Manca, D. P., Campbell-Scherer, D., Aubrey-Bassler, K., Kandola, K., Aguilar, C., Baxter, J., Meaney, C., Salvalaggio, G., Carroll, J. C., Faria, V., Nykiforuk, C., & Grunfeld, E. (2015).** Developing clinical decision tools to implement chronic disease prevention and screening in primary care: the BETTER 2 program (building on existing tools to improve chronic disease prevention and screening in primary care). Implementation Science, 10(1). https://doi.org/10.1186/s13012-015-0299-9

92. **Healthy Longevity Medicine Society. (2022).** Hlms.co. https://hlms.co/

93. **OECD. (2024).** Declining fertility rates put prosperity of future generations at risk. OECD. https://www.oecd.org/en/about/news/press-releases/2024/06/declining-fertility-rates-put-prosperity-of-future-generations-at-risk.html

94. **Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME). (2024, May 17).** Global life expectancy to increase by nearly 5 years by 2050 despite geopolitical, metabolic, and environmental threats, reports new global study | Institute for Health Metrics and Evaluation. Www.healthdata.org. https://www.healthdata.org/news-events/newsroom/news-releases/global-life-expectancy-increase-nearly-5-years-2050-despite

95. **Bloom D.E., et al. The Global Economic Burden of Noncommunicable Diseases. Geneva: World Economic Forum. (2011)** Accessible at: https://world-heart-federation.org/wp-content/uploads/2017/05/WEF_Harvard_HE_GlobalEconomicBurdenNonCommunicableDiseases_2011.pdf

96. **Pew Research Center. (2014, January 30).** Chapter 3. Aging in Major Regions of the World, 2010 to 2050. Pew Research Center. https://www.pewresearch.org/global/2014/01/30/chapter-3-aging-in-major-regions-of-the-world-2010-to-2050/

97. **World Health Organization. (n.d.-b). WHO: Early cancer diagnosis, better trained medics can save lives, money. United Nations Sustainable Development. Retrieved December 16, 2024**, from https://www.un.org/sustainabledevelopment/blog/2017/02/who-early-cancer-diagnosis-better-trained-medics-can-save-lives-money/

98. **Altuwaijri, S., Jha, P., Alleyne, G., Isenman, P., Saadat, S., Garcia, G., & Veillard, J. (2024, August).** THE HEALTHY LONGEVITY INITIATIVE: KEY INSIGHTS FOR POLICY AND ACTION [Review of THE HEALTHY LONGEVITY INITIATIVE: KEY INSIGHTS FOR POLICY AND ACTION]. https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/5fe9c705-a036-4049-9603-1221e447eb26/content

99. **Hevolution. (2023, November 14).** Igniting a New Era in Global Health: Hevolution Foundation Announces... Hevolution Foundation. https://hevolution.com/en/web/guest/w/igniting-a-new-era-in-global-health-hevolution-foundation-announces

100. **Financial Times. (2024, July 19).** Unlocking the 'silver economy. PingAn. https://group.pingan.com/media/perspectives/2024/Unlocking-the--silver-economy.html

101. **Coulson, J. (2024, February 2).** Opinion-Editorial: Ensuring all older people can benefit from the development of the silver economy. UNFPA China. https://china.unfpa.org/en/news/opinion-editorial-ensuring-all-older-people-can-benefit-development-silver-economy

102. **Fuchs, A., Márquez, P., Dutta, S., & González Icaza, F. (n.d.). IS TOBACCO TAXATION REGRESSIVE?** EVIDENCE ON PUBLIC HEALTH, DOMESTIC RESOURCE MOBILIZATION, AND EQUITY IMPROVEMENTS Public Disclosure Authorized Public Disclosure Authorized Public Disclosure Authorized Public Disclosure Authorized. Retrieved December 16, 2024, from https://documents1.worldbank.org/curated/ar/893811554737147697/pdf/Is-Tobacco-Taxation-Regressive-Evidence-on-Public-Health-Domestic-Resource-Mobilization-and-Equity-Improvements.pdf

103. **World Health Organization. (2024).** Social Determinants of Health. World Health Organization. https://www.who.int/health-topics/social-determinants-of-health#tab=tab_1

104. **Cuadrado, C., Fuentes-García, A., Barros, X., Martinez, S., & Pacheco, J. (2021).** SCOP-

ING REPORT Financing Primary Health Care in Chile. https://www.lshtm.ac.uk/media/59776

105. **Saudi Health Council. (2019).** Shc.gov.sa. https://shc.gov.sa/EN/Pages/default.aspx

106. **Rwanda Social Security Board. (2017).** EjoHeza. Rssb.rw. https://www.rssb.rw/scheme/ejo-heza

107. **Jeong, H.-S. (n.d.). Expanding insurance coverage to informal sector populations: Experience from Republic of Korea HEALTH SYSTEMS FINANCING. Retrieved December 16, 2024**, from https://cdn.who.int/media/docs/default-source/health-financing/technical-briefs-background-papers/whr-2010-background-paper-38.pdf?sfvrsn=b16da7ab_3

108. **Liu, H., & Zhong, K. (2022).** Relationship between health spending, life expectancy and renewable energy in China: A new evidence from the VECM approach. Frontiers in Public Health, 10. https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.993546

109. **Sergi, J. C.-F., Cristina, J., & Prieto, V. (n.d.).** Universalizing the Access to Long- term Care: Evidence from Spain. https://documentos.fedea.net/pubs/eee/2023/eee2023-19.pdf

110. **World Health Organization. (2022, October 1).** Ageing and health. World Health Organization. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health

111. **Huang, C., Clayton, E.A., Matyunina, L.V. et al. Machine learning predicts individual cancer patient responses to therapeutic drugs with high accuracy. Sci Rep 8, 16444 (2018).** https://doi.org/10.1038/s41598-018-34753-5

المســـــرد

التنكّس البقعي المرتبط بالعمر:

حالةٌ مرضية متفاقمة تُصيب العين، وتؤدّي إلى ضرر في البقعة الشبكية، ممّا يتسبّب فقدان الرؤية المركزية، ويشيع حدوث ذلك عند كبار السنّ.

منصّة أديسون:

منصّة إلكترونية تعتمد على الذكاء الاصطناعي وتقنيات التعلّم الآلي لتسريع عمليات اكتشاف الأدوية.

الاتّحاد الأميركي لأبحاث الشيخوخة:

منظّمة غير ربحية تموّل الأبحاثَ الطبّية الحيوية المتعلّقة بالشيخوخة، بهدف إطالة سنوات الحياة الصحيّة عند الإنسان.

كيناز البروتين المنشَّط بأحادي فُسفات الأدينوزين:

إنزيم ينظِّم استتباب الطاقة داخل الخلية، ويُفعَّل عندَ نقص مستواها.

منطقة آسيا والمحيط الهادئ:

منطقة آسيا والمحيط الهادئ تشير، في السياقات الاقتصادية والتجارية، إلى شرق آسيا وجنوبها وجنوب شرق آسيا وأوقيانوسيا.

الذكاء الاصطناعي:

أنظمة حاسوبية قادرة على أداء مهمّات تتطلّب ذكاءً بشريًا عادةً، مثل الإدراك البصري واتّخاذ القرار.

الصناعات الدوائية الكبرى:

مصطلح تجميعي يشير إلى أكبر وأهمّ شركات الأدوية وأكثرها تأثيرًا في السوق العالمية.

التعليم الطبّي المستمرّ:

أنشطة تعليمية مخصّصة لمتخصّصي الرعاية الصحّية للحفاظ على معارفهم ومهاراتهم وتحديثها.

معدّل النموّ السنوي المركّب:

معدّل النموّ السنوي المتوسّط للاستثمار خلال مدّة زمنية محدّدة تزيد على سنة واحدة.

تقنية التحرير الجينومي أو كريسبر:

تقنية للهندسة الوراثية تتيح تعديل متواليات الحمض النووي من نوع الدَّنا بدقّة داخل الكائنات الحيّة.

التوائم الرقمية:

تمثيلات افتراضية لأشياء أو عمليات فيزيائية، تُستخدَم للمُحاكاة والتحليل في صناعات متعدّدة.

الحمض النووي الريبي المنزوع الأكسجين:

جزيءٌ يحمل التعليمات الوراثية الخاصّة بتخلّق الكائنات الحية وعملها.

المأوى الآمن الجينومي:

مواقع محدّدة أو نوعيّة في الجينوم مناسبة لإدخال مواد جينية جديدة مع أقل خطر ممكن على الكائن المضيف.

التحالف العالمي للشيخوخة:

تحالف للشركات عبر الصناعات يركّز على تغيير الحوار العالمي عن الشيخوخة وإطالة العمر.

البِنْتيد الشبيه بالغلوكاغون:

هرمون يحفّز إفرازَ الأنسولين، ويثبّط إفراز الغلوكاغون، ويعدّ مهمًّا في معالجة السكري.

الناتج المحلّي الإجمالي:

إجمالي القيمة النقدية لكلّ السلع والخدمات النهائية المنتجة داخل حدود دولة معيّنة خلال مدّة زمنية محدّدة.

مبادرة الصحّة الأفضل:

مبادرة حكومية في سنغافورة تهدف إلى تحويل الرعاية الصحّية نحو الوقاية الاستباقية والرعاية المجتمعيّة.

شبكة التفاعل الهرمي:

نموذج تعلّم آلي مُصمَّم للتنبّؤ بنتائج التجارب السريرية اعتمادًا على بيانات متعدّدة النماذج.

الطرح العام الأوّلي:

عملية طرح أسهم شركة خاصّة للاكتتاب العامّ من خلال إصدار جديد للأسهم.

الضدّ IsoDGR-mAb:

جسمٌ مضاد (ضد) يستهدف البروتينات المُعدَّلة ببنية معيّنة من الحموض الأمينية IsoDGR، وقد أظهر قدرةً كامنة على تقليل الالتهاب وإطالة العمر في النماذج الحيوانية.

التعلّم الآلي:

فرع من الذكاء الاصطناعي يركّز على تطوير خوارزميّات تتحسّن تلقائيًا عبر الخبرة واستخدام البيانات.

التقييم المعياري للاستِمْناع باستخدام أنظمة مخبرية بشرية متعدّدة المنصّات:

نظام مُصمَّم لتقييم الاستمناع الدوائي اعتمادًا على منصّات بشرية متعدّدة خارج الجسم.

لقاحات الرَّنا المِرْسال:

لقاحات تستخدم الحمض النووي الريبي المِرْسال لإعطاء الخلايا تعليمات تُحفّزها على إنتاج استجابة مناعية مضادّة لبعض العوامل المُمْرِضَة.

هيئة الخدمات الصحية الوطنية:

منظومة الرعاية الصحّية الممولّة من القطاع العامّ في المملكة المتّحدة، وهي تقدّم خدماتها مجّانًا عند نقطة الاستخدام للمقيمين في البلاد.

الأمراض المزمنة غير السّارية:

حالات طبّية طويلة الأمد لا تُسبّب العدوى، ولا تنتقل بين الأشخاص، مثل داء السكّري وأمراض القلب.

نمو/توسّع الملكية الخاصّة:

نوع من استثمارات الملكية الخاصّة، يُوجَّه إلى شركات ناضجة نسبيًا تحتاج إلى رأس مال للتوسّع أو إعادة الهيكلة.

دكتور صيدلة:

درجة دكتوراه مهنية في الصيدلة، مطلوبة لممارسة مهنة الصيدلة في الكثير من الدول.

الاستثمار الخاصّ في الأسهم العامّة:

شراء حصص من أسهم متداولة في الأسواق العامّة بسعر أدنى من سعر السوق الحالي للسهم.

المُفَعِّل المشترك لمستقبِلة غاما المُنَشِّط بالمُتكاثِر–1ألفا-:

بروتين ينظّم مجموعة من الجينات المسؤولة عن استقلاب الطاقة ووظائف الميتوكوندريا (المتقدّرات).

مشروع التغذية الشخصية لحياةٍ صحّية:

مبادرة بحثية تُعنى بتطوير استراتيجيات تغذوية شخصية مخصّصة لتعزيز الحياة الصحّية.

البحث والتطوير:

الأنشطة التي تقوم بها الشركات لابتكار منتجات وخدمات جديدة وتطويرها.

مثبّطات الناقل المشترك للصوديوم والغلوكوز 2:

فئة من الأدوية المستخدمة لمعالجة السكّري من النمط الثاني، وهي تعمل من خلال منع إعادة امتصاص الغلوكوز في الكليتين.

النمذجة التنبؤية المتسلسلة لنتائج التجارب السريرية:

نظام قائم على التعلّم الآلي للتنبّؤ المتسلسل بنتائج التجارب السريرية.

الهدف الثديي للرَّباميسين:

كيناز بروتين ينظّم نموَّ الخلايا وتكاثرها وبقاءها، وهو مرتبط بعملية الشيخوخة وبعدد من الأمراض.

الإمارات العربية المتحدة:

اتّحاد يضمّ سبع إمارات في الجزء الشرقي من شبه الجزيرة العربية، ويُعرَف بتطوّره السريع وثرائه النفطي.

على أساس سنوي:

طريقة تُستخدَم لتقييم أحداث أو بيانات عبر مقارنة نتائج مدّة زمنية معيّنة بنتائج مدّة مماثلة في سنة أخرى، وذلك على أساس سنوي.

HEVOLUTION

Hevolution.com