



Metallurgy and Materials Science Research Institute (MMRI),
Chulalongkorn University



การประยุกต์ใช้วัสดุเชิงเทคนิคสำหรับผลิตภัณฑ์ Medical Textiles สู่การผลิตเชิงพาณิชย์

โดย

ผศ. ดร. รัฐพล รังกุพันธ์

สถาบันวิจัยโลหะและวัสดุ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7 สิงหาคม 2563

โรงแรมจัสมิน

OUTLINE

Market outlook

Thai FDA and US FDA Medical Device

Medical Textile & examples

Electrospinning and Electrospun Nanofiber

Additional resources

Q & A

Thailand during Covid-19 pandemic



ขอเชิญผู้มีจิตศรัทธาร่วมบริจาค
หน้ากาก N95
 สำหรับใช้ในโรงพยาบาล

เพื่อช่วยเหลือบุคลากรทางการแพทย์
 ในการดูแลผู้ป่วยติดเชื้อโรค COVID-19

ร่วมบริจาคได้ที่
 ตึกอำนวยการ ชั้นล่าง โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์
 ในเวลาราชการ (08.30 - 16.30 น.) โทร. 0 2256 4979
 วันหยุดราชการ (09.00 - 16.30 น.) โทร. 0 2256 4497

Beijing coronavirus outbreak: travel restricted to tackle 'extremely severe' situation

Restrictions on travel to and from China capital brought in as neighbourhoods sealed off and venues close

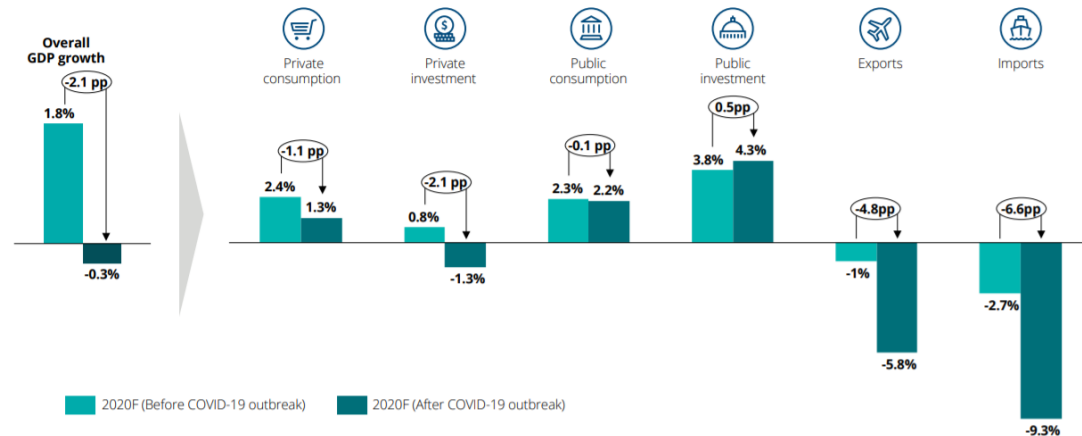
- [Coronavirus - latest updates](#)
- [See all our coronavirus coverage](#)



▲ An epidemic control worker directs people at a coronavirus testing station in Beijing, China, as authorities tackle

Thailand's GDP growth projections revised downwards to -0.3%
 Exports and imports likely to take a major hit as a result of the COVID-19 outbreak

Projected GDP growth rate in 2020



Source: Siam Commercial Bank Economic Intelligence Centre



หน้ากากผ้านาโนกันไวรัส
WIN-Masks:
 Washable Innovative Nano-Masks
 เพื่อป้องกัน COVID-19





CU contribution: Surgical gown and cover all

ช่วยเหลือองค์การเภสัชกรรม สภาเภสัชกร สภาเภสัชกรไทย สถาบันสิ่งทอ และภาคอุตสาหกรรม

- Co-ordinate technical problem solving (Eng.)
- การทดสอบการซึมผ่านของเลือด ตาม ISO 16603/ASTM F1671 (Eng.)
- การทดสอบการซึมผ่านของไวรัส ตาม ISO 16604/ASTM F1671 (Pharma.)

N95 respirator and hygiene mask performance evaluation (in house protocol)

ชุดเสื้อคลุมแขนยาวกันน้ำชนิดใช้ซ้ำได้
Reusable Isolation Gown รุ่น
“เราสู้”

คุณสมบัติ :
กันน้ำชนิดใช้ซ้ำได้ เกือบเท่า ระดับ 2 ตามมาตรฐาน ANSI/AAMI PB70

คุณสมบัติของผ้า :
ผ้าโพลีเอสเตอร์ 100% (Polyester 100%) เคลือบสาร Polytetrafluoroethylene ซึ่งมีคุณสมบัติกันน้ำ (Water Repellent) และป้องกันการซึมผ่านของน้ำที่มีแรงดัน (Hydrostatic Pressure)

การทำความสะอาด :
ใช้ผงซักฟอก: Sodium Hypochlorite 0.1% อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที แล้วอบแห้ง ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 60 นาที ห้ามใช้น้ำยาปรับผ้านุ่ม

การซัก :
ซักในตู้ซักผ้าอัตโนมัติ

การเก็บรักษา :
เก็บในที่ร่มและอุณหภูมิห้องตามปกติ

การใช้งาน (Reuse) :
ถ้าไม่มีการฉีกขาด ใช้ซ้ำได้ 20 ครั้ง

ข้อบ่งชี้ :
ใช้สำหรับบุคลากรทางการแพทย์ที่ปฏิบัติงานในระดับความเสี่ยงน้อยถึงปานกลาง การทำหัตถการที่ไม่เสี่ยงต่อการสัมผัสเลือด การใช้ในห้องปฏิบัติการ (Laboratory) หรือสำหรับแพทย์และเจ้าหน้าที่อัมพาต

การตัดเย็บ :
เย็บแบบทึบ (Piping Seam) คือรอยเย็บกันน้ำ

คำเตือน ข้อห้ามใช้ และข้อควรระวัง :
ห้ามใช้กับผู้ที่มีความเสี่ยงสูง ห้ามใช้ซ้ำเกิน 20 ครั้ง สำหรับการใส่ในระดับ 2 ห้ามใช้น้ำยาปรับผ้านุ่ม

ด้านลบ....

เราฟังพาคคนอื่นไม่ได้
เรายังฟังพาทนเองไม่ได้

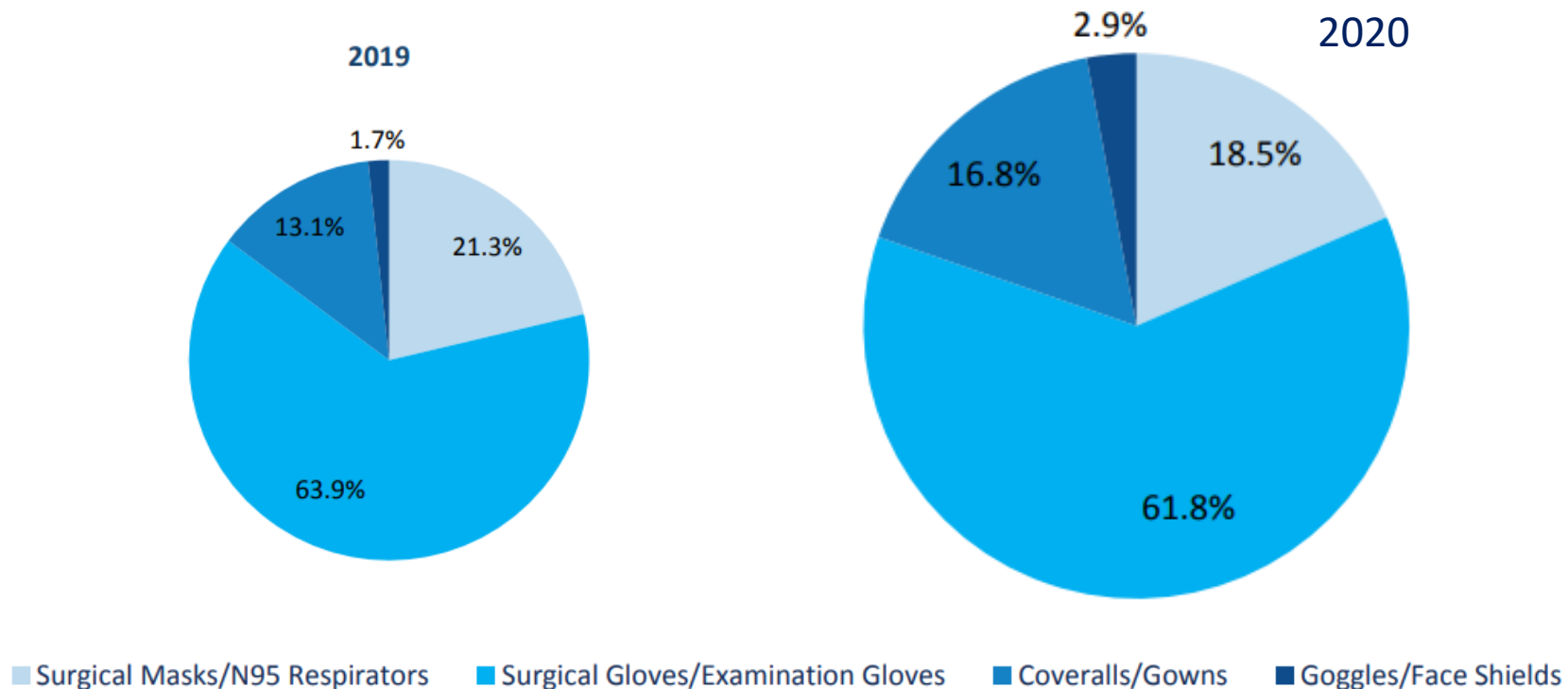
ด้านบวก...

ในวิกฤติย่อมมีโอกาส ...
ทั้งการยกระดับแนวคิด ทักษะของสังคม
และการพัฒนาอุตสาหกรรมใหม่

Market Share by Product Segment

Examination gloves and coveralls/gowns are expected to witness the highest growth in 2020 as infection control becomes the focus for healthcare providers and governments. Face shields will experience much stronger growth globally in 2020: these were used for very specific procedures prior to the pandemic, but more and more medical facilities have made their use mandatory for attending to seriously ill, hospitalized patients.

Healthcare PPE Market: Market Share Estimates by Product Segment, Global, 2019 and 2020



Note: All figures are rounded. The base year is 2019. Source: Frost & Sullivan

Coveralls/Gown Segment Overview (continued)

As the virus spread globally, healthcare and other frontline workers began wearing gowns and coveralls in more settings for additional protection.

Important Segment Characteristics

Factor	Assessment	Trend
2019 revenue estimate	\$1.1 B–\$1.7 B	▲
2020 revenue estimate	\$2.8 B–\$3.4 B	▲
Growth Rate	125%–135%	▲
Primary needs	Compliance with safety standards, comfort, ease of use, light weight, disposability, inventory fulfillment	▲
Price sensitivity (on a scale of 1 to 10)	2	▼
Purchase influencers	Quality, adaptability, reliability	●
Distribution structure	Direct sales, distributors, retailers, online sales	▲
Demand for innovation (on a scale of 1 to 10)	3	●

Decreasing



Stable



Increasing



Surgical Mask/N95 Respirator Overview

The COVID-19 pandemic has created an unprecedented demand for N95 respirators. Surgical masks are now a core requirement for frontline healthcare workers.

Important Segment Characteristics

Factor	Assessment	Trend
2019 revenue estimate	\$1.8 B–\$2.4 B	▲
2020 revenue estimate	\$3.0 B–\$3.6 B	▲
Growth rate	55%-65%	▲
Primary needs	Compliance with safety standards, comfort, ease of use	●
Price sensitivity (on a scale of 1 to 10)	1	▼
Purchase influencers	Quality, adaptability, reliability	●
Distribution structure	Direct sales, distributors, retailers, online sales	▲
Demand for innovation (on a scale of 1 to 10)	2	●

Decreasing	Stable	Increasing
▼	●	▲

N95 (safety mask for dust, smoke, toxic substance)

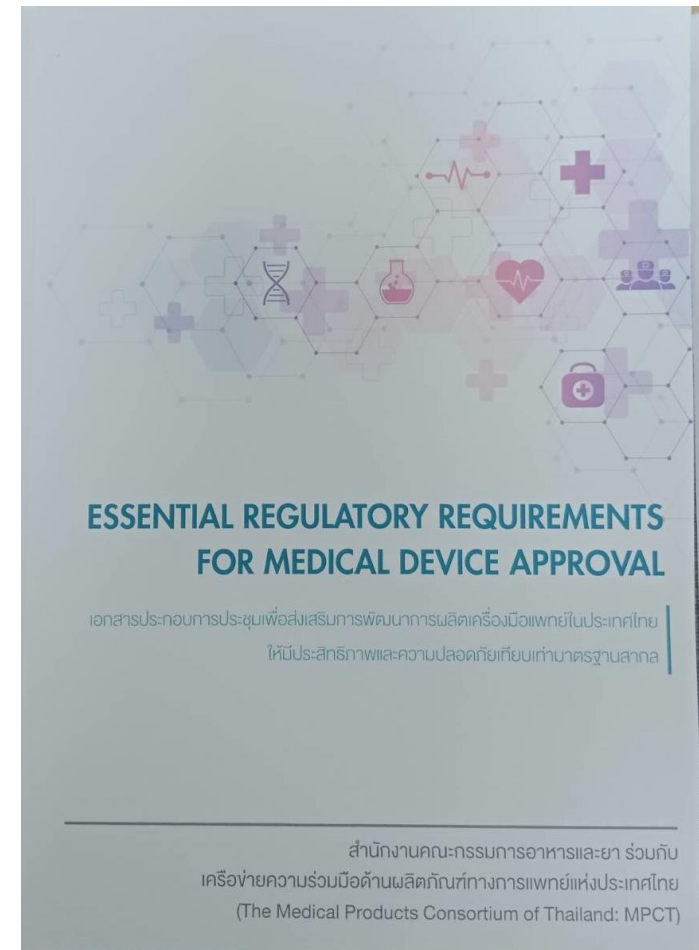
Jan-Dec 2019 231.9MB

Jan-May 2020: 611.3 MB

(ที่มา: กรมศุลกากร ประเทศไทย โดย
ความอนุเคราะห์ของ KIJ Co, Ltd.)

เอกสารแนะนำสำหรับศึกษาเพิ่มเติม

- พรบ. เครื่องมือแพทย์ (ฉบับที่ 2) 2562
- ประกาศคณะกรรมการอาหารและยา เรื่อง การจัดประเภทเครื่องมือแพทย์ที่ไม่ใช่เครื่องมือแพทย์สำหรับการวินิจฉัยภายนอกร่างกายตามความเสี่ยง พ.ศ. 2558



เครื่องมือแพทย์คืออะไร?

“เครื่องมือแพทย์” หมายความว่า

(๑) เครื่องมือ เครื่องใช้ เครื่องกล วัสดุที่ใช้ใส่เข้าไปในร่างกาย น้ำยาที่ใช้ตรวจในหรือนอกห้องปฏิบัติการ ผลิตภัณฑ์ ซอฟต์แวร์ หรือวัตถุอื่นใด ที่ผู้ผลิตหรือเจ้าของผลิตภัณฑ์มุ่งหมายเฉพาะสำหรับใช้อย่างหนึ่งอย่างใดกับมนุษย์หรือสัตว์ดังต่อไปนี้ ไม่ว่าจะใช้โดยลำพัง ใช้ร่วมกัน หรือใช้ประกอบกับสิ่งอื่นใด

(ก) วินิจฉัย ป้องกัน ติดตาม บำบัด บรรเทา หรือรักษาโรค

(ข) วินิจฉัย ติดตาม บำบัด บรรเทา หรือรักษาการบาดเจ็บ

(ค) ตรวจสอบ ทดแทน แก้ไข ดัดแปลง พยุง ค้ำ หรือจุนด้านกายวิภาคหรือกระบวนการทางสรีระของร่างกาย

(ง) ควบคุมหรือช่วยชีวิต

(จ) คุมกำเนิดหรือช่วยการเจริญพันธุ์

(ฉ) ช่วยเหลือหรือช่วยชดเชยความทุพพลภาพหรือพิการ

(ช) ให้ข้อมูลจากการตรวจสิ่งส่งตรวจจากร่างกาย เพื่อวัตถุประสงค์ทางการแพทย์หรือการวินิจฉัย

(ซ) ทำลายหรือฆ่าเชื้อสำหรับเครื่องมือแพทย์

(๒) อุปกรณ์เสริมสำหรับใช้ร่วมกับเครื่องมือแพทย์ตาม (๑)

(๓) เครื่องมือ เครื่องใช้ เครื่องกล ผลิตภัณฑ์ หรือวัตถุอื่นที่รัฐมนตรีประกาศกำหนดว่าเป็นเครื่องมือแพทย์

ผลสัมฤทธิ์ตามความมุ่งหมายของสิ่งที่กล่าวถึงตาม (๑) ซึ่งเกิดขึ้นในร่างกายมนุษย์หรือสัตว์ ต้องไม่เกิดจากกระบวนการทางเภสัชวิทยา วิทยาภูมิคุ้มกัน หรือปฏิกิริยาเผาผลาญให้เกิดพลังงานเป็นหลัก”

“ส่วนที่ ๑

กระบวนการพิจารณาอนุญาตเครื่องมือแพทย์

มาตรา ๓๕/๑ กระบวนการพิจารณาอนุญาตเครื่องมือแพทย์ในส่วนนี้ หมายความว่า การพิจารณาคำขอ การตรวจสอบความถูกต้องของเอกสาร การประเมินเอกสารทางวิชาการ การตรวจวิเคราะห์ การตรวจสถานประกอบการ หรือการตรวจสอบเพื่อออกหนังสือรับรอง ใบจดทะเบียน

หน้า ๑๙๔

เล่ม ๑๓๖ ตอนที่ ๕๖ ก

ราชกิจจานุเบกษา

๓๐ เมษายน ๒๕๖๒

ใบอนุญาต ใบรับแจ้งรายการละเอียด ใบรับจดทะเบียน หรือใบรับรองการประเมิน ตลอดจนการพิจารณาใด ๆ เกี่ยวกับเครื่องมือแพทย์

กระบวนการพิจารณาอนุญาตเครื่องมือแพทย์ตามวรรคหนึ่ง ต้องให้ความสำคัญด้านการส่งเสริมการผลิตเครื่องมือแพทย์ในประเทศด้วย

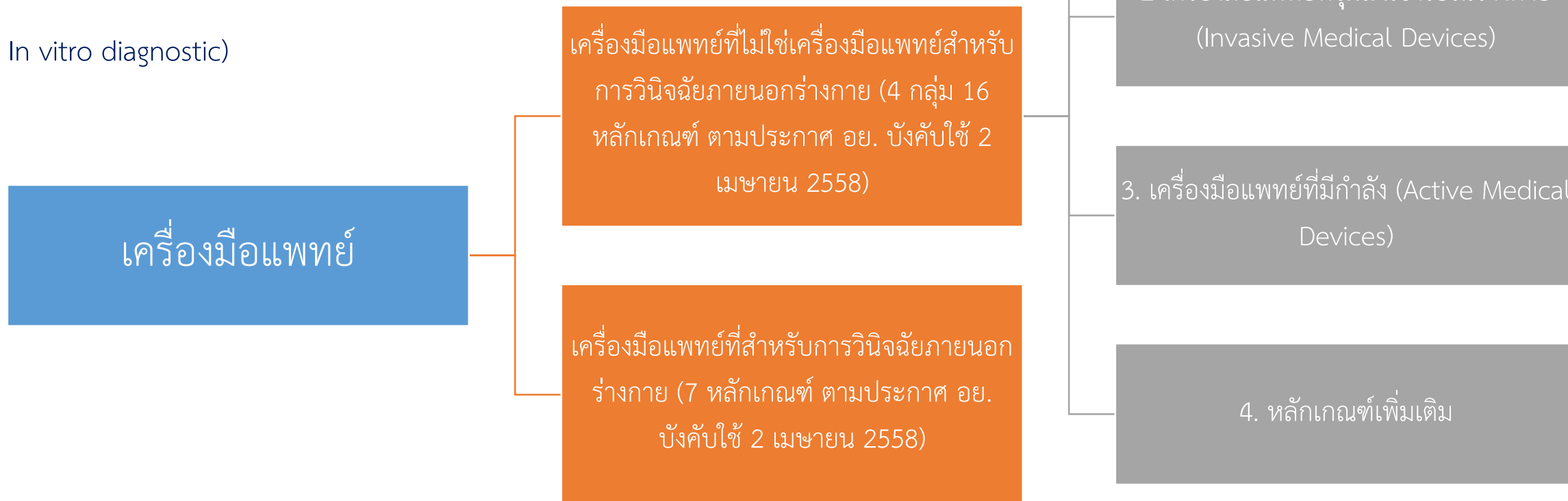
การแบ่งประเภทเครื่องมือแพทย์

จัดทำขึ้นตามข้อตกลงอาเซียนว่าด้วยบทบัญญัติเครื่องมือแพทย์ (ASEAN Agreement on Medical Device Directive: AMDD)

- Annex 2 : Risk Classification Rules for Medical Devices other than IVD medical Devices
- Annex 3: Risk Classification for IVD Medical Devices

หน่วยงานผู้ดูแลคือ คณะกรรมการอาหารและยา (กองควบคุมเครื่องมือแพทย์)

(IVD = In vitro diagnostic)



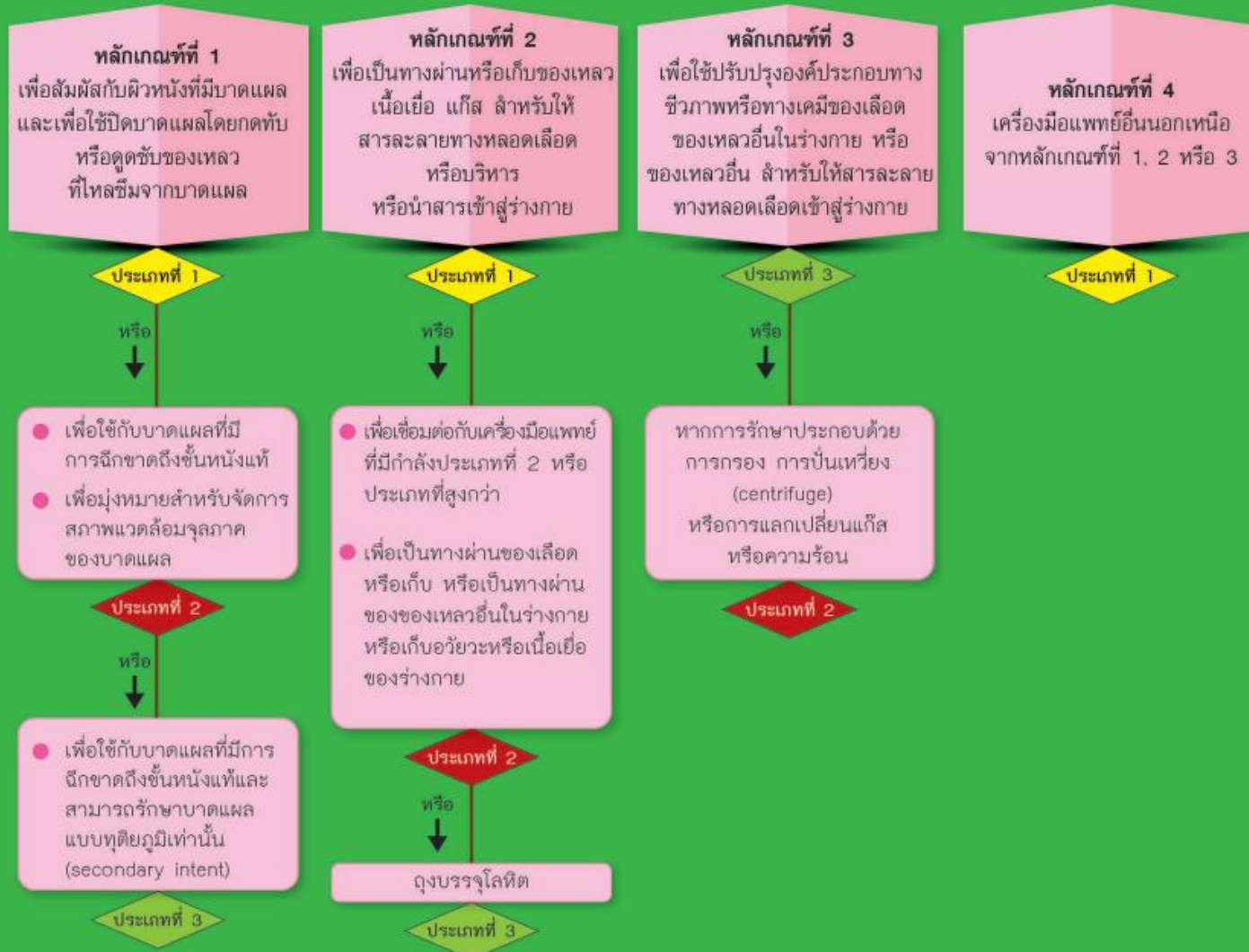
การแบ่งประเภทเครื่องมือแพทย์ที่ไม่ใช่เครื่องมือแพทย์สำหรับการวินิจฉัยภายนอกร่างกาย ตามความเสี่ยง

ประเภท	ความเสี่ยง
เครื่องมือแพทย์ประเภทที่ 1	เครื่องมือแพทย์ที่มีความเสี่ยงต่ำ
เครื่องมือแพทย์ประเภทที่ 2	เครื่องมือแพทย์ที่มีความเสี่ยงปานกลางระดับต่ำ
เครื่องมือแพทย์ประเภทที่ 3	เครื่องมือแพทย์ที่มีความเสี่ยงปานกลางระดับสูง
เครื่องมือแพทย์ประเภทที่ 4	เครื่องมือแพทย์ที่มีความเสี่ยงสูง

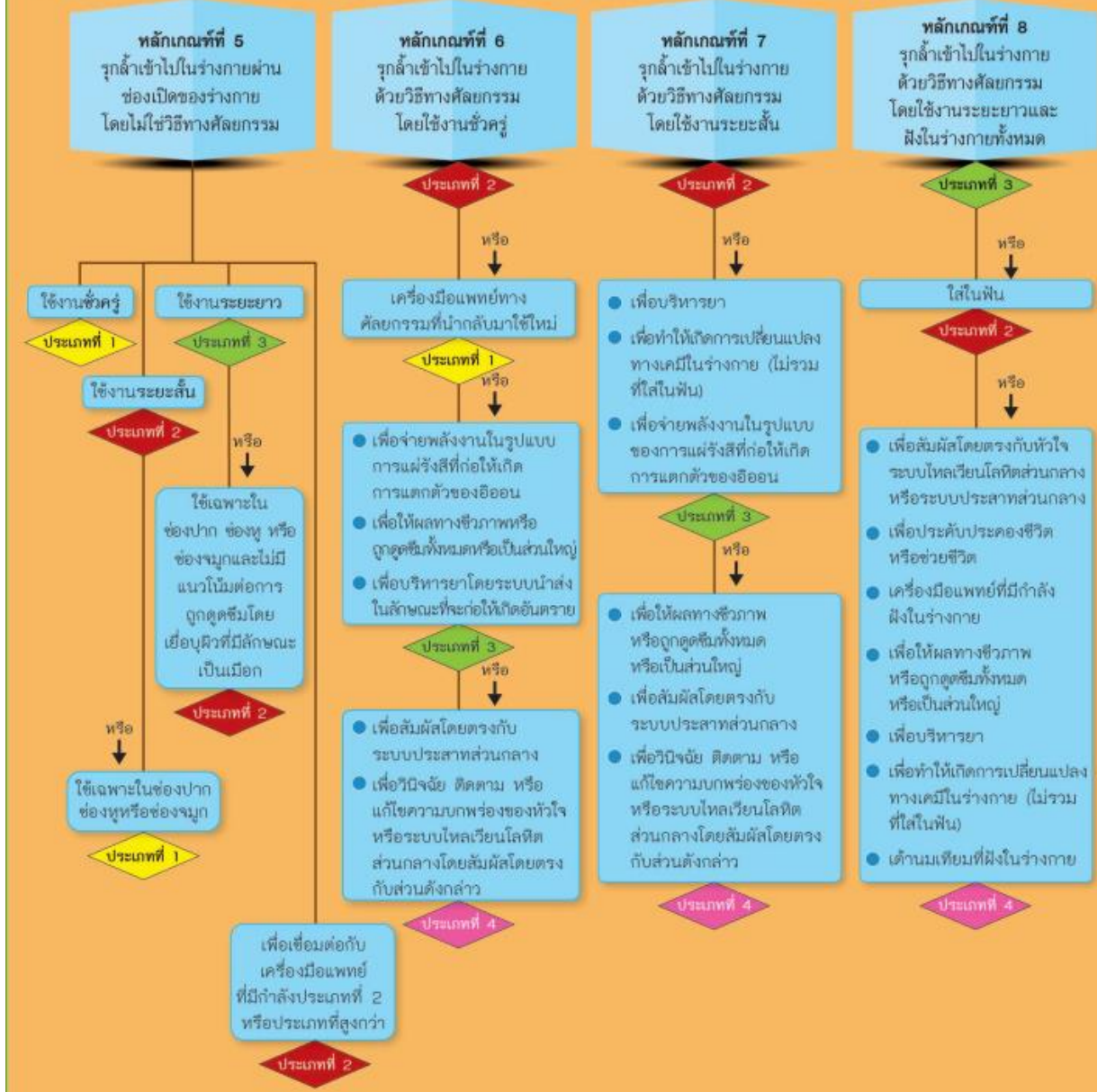
การแบ่งประเภทเครื่องมือแพทย์สำหรับการวินิจฉัยภายนอกร่างกาย ตามความเสี่ยง

ประเภท	ความเสี่ยง
เครื่องมือแพทย์ประเภทที่ 1	เครื่องมือแพทย์ที่มีความเสี่ยงต่ำต่อบุคคลและการสาธารณสุข
เครื่องมือแพทย์ประเภทที่ 2	เครื่องมือแพทย์ที่มีความเสี่ยงปานกลางต่อบุคคลหรือความเสี่ยงระดับต่ำต่อการสาธารณสุข
เครื่องมือแพทย์ประเภทที่ 3	เครื่องมือแพทย์ที่มีความเสี่ยงปานกลางระดับสูงต่อบุคคลหรือความเสี่ยงระดับปานกลางต่อการสาธารณสุข
เครื่องมือแพทย์ประเภทที่ 4	เครื่องมือแพทย์ที่มีความเสี่ยงสูงต่อบุคคลและการสาธารณสุข

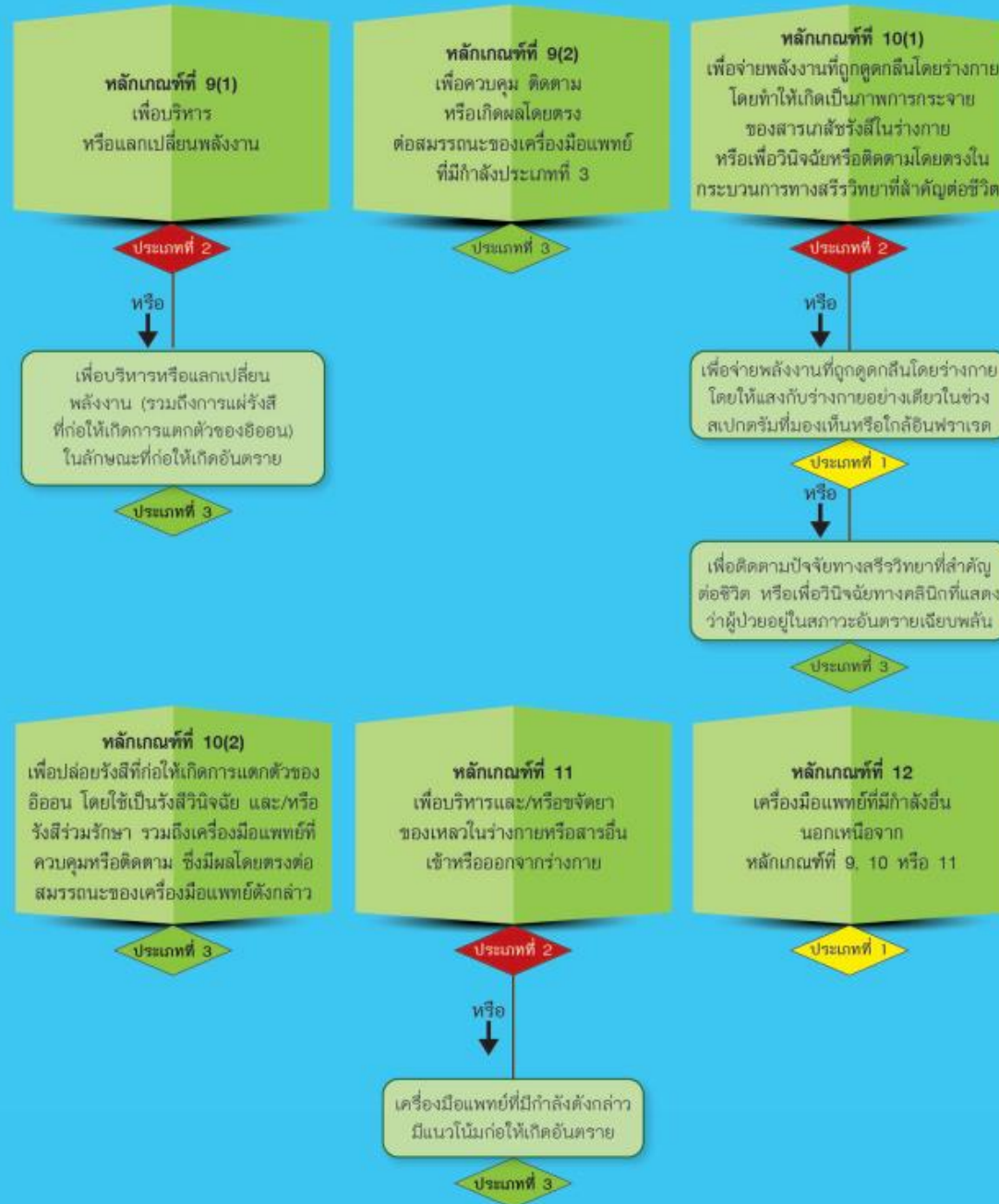
1. เครื่องมือแพทย์ที่ไม่ได้รุกรานเข้าไปในร่างกาย (Non-invasive Medical Devices)



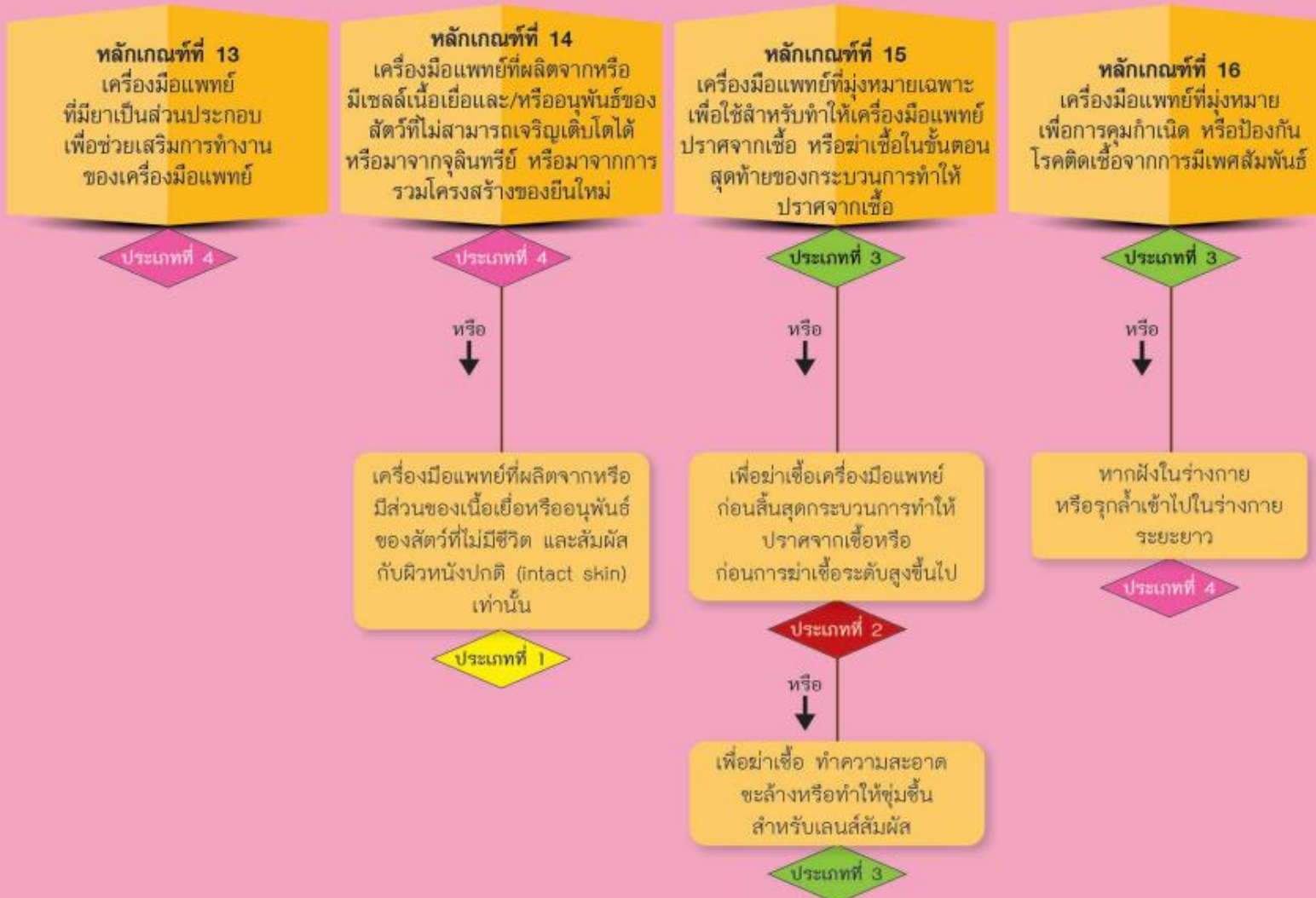
2. เครื่องมือแพทย์ที่รุกร้าเข้าไปในร่างกาย (Invasive Medical Devices)



3. เครื่องมือแพทย์ที่มีกำลัง (Active Medical Devices)



4. หลักเกณฑ์เพิ่มเติม (Additional Rules)



นิยามคำศัพท์เกี่ยวกับระยะเวลาการใช้งาน

“การใช้งานต่อเนื่อง” (continuous use) ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือแพทย์ หมายความว่า

(๑) การใช้งานเครื่องมือแพทย์ โดยไม่มีการหยุดชะงัก แต่ไม่รวมถึงการหยุดการใช้งานชั่วคราวตามวิธีการใช้งานของเครื่องมือแพทย์ หรือการเอาเครื่องมือแพทย์ออกไปชั่วคราว เพื่อวัตถุประสงค์บางประการ เช่น การทำความสะอาด หรือการฆ่าเชื้อ

(๒) การใช้งานเครื่องมือแพทย์แบบสลับโดยการนำเครื่องมือแพทย์อื่น ซึ่งเป็นเครื่องมือแพทย์ชนิดเดียวกันมาใช้งานแทนที่ทันที ตามที่เจ้าของผลิตภัณฑ์มุ่งหมายไว้

“ช่วงเวลาการใช้งาน” (duration of use) หมายความว่า

(๑) ชั่วครู่ (transient) เป็นภาวะที่ใช้งานปกติต่อเนื่องกันน้อยกว่า ๖๐ นาที

(๒) ระยะสั้น (short term) เป็นภาวะที่ใช้งานปกติต่อเนื่องกันตั้งแต่ ๖๐ นาที ถึง ๓๐ วัน

(๓) ระยะยาว (long term) เป็นภาวะที่ใช้งานปกติต่อเนื่องนานเกิน ๓๐ วัน

US FDA Definition of Medical Device

Section 201(h) of the Food, Drug & Cosmetic Act (FD&C Act) defines a device as: An instrument, apparatus, implement, machine, contrivance, implant, in vitro reagent, or other similar or related article, including a component part or accessory which is:

- recognized in the **official National Formulary**, or the **United States Pharmacopoeia**, or any supplement to them, – intended for use in the **diagnosis** of disease or other conditions, or in the **cure, mitigation, treatment, or prevention of disease** in man or other animals, or
- intended to **affect the structure or any function** of the body of man or other animals.
- And does not achieve its primary intended purposes through **chemical action** within or on the body of man or other animals and which is not dependent upon being **metabolized** for the achievement of its primary intended purposes.
- The term "device" does not include software functions excluded pursuant to section 520(o).

US FDA Definition of Medical Device Classification

Established classification for approximately 1,700 different generic types of devices and grouping them into 16 medical specialties (panels). Devices is assigned to one of three regulatory classes based on level of control required to assure safety and effectiveness of devices.

Device Class and Regulatory Controls

1. **Class I** General Controls (Lowest Risk)

With Exemptions

Without Exemptions

2. **Class II** General Controls and Special Controls (Medium Risk)

With Exemptions

Without Exemptions

3. **Class III** General Controls and Premarket Approval (Highest Risk)

Q: Per US FDA regulation, which product is a medical device?



Adult Diaper



Infant Diaper

Medical Device Definition Questions	Adult Diaper	Infant Diaper
Q1: Is it intended to diagnose, cure, mitigate, treat, or prevent disease in a human?		
Q2: Is it intended to affect the structure or any function of the body ?		
Q3: Does it achieve its primary intended purpose by chemical action or by being metabolized ?		
Does it meet the definition of a medical device?		

We need to define the intended use.

Adult Diaper



Intended to protect an adult's garments from urine or stool.

Intended to protect an **incontinent** patient's garment from urine or stool.

Infant Diaper



Intended to protect an infant's garments from urine or stool.

FDA Product Classification Database;

www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfpcd/classification.cfm

The screenshot shows the FDA Product Classification Database website. At the top, there is the FDA logo and the text "U.S. FOOD & DRUG ADMINISTRATION". To the right, there are links for "Follow FDA" and "En Español", and a search bar with a "SEARCH" button. Below the header is a navigation menu with tabs for "Home", "Food", "Drugs", "Medical Devices", "Radiation-Emitting Products", "Vaccines, Blood & Biologics", "Animal & Veterinary", "Cosmetics", and "Tobacco Products". The main heading is "Product Classification", with breadcrumb links for "FDA Home", "Medical Devices", and "Databases". There are icons for printing, a plus sign, and an email icon. A text box states: "This database includes: a list of all medical devices with their associated classifications, product codes, FDA Premarket Review organizations, and other regulatory information. [learn more...](#)". Below this is a "Search Database" section with a "Help" icon and a "Download Files" button. The search form includes fields for "Device", "Product Code", "Review Panel", "Regulation Number", "Submission Type", "Third Party Eligible", "Implanted Device", "Life-Sustain/Support Device", "Device Class", and "Summary Malfunction Reporting". There are buttons for "Go to Quick Search", "Clear Form", and "search". On the right side, there is a section titled "Other Databases" with a list of links: 510(k)s, De Novo, Medical Device Reports (MAUDE), CDRH Export Certificate Validation (CECV), CDRH FOIA Electronic Reading Room, CFR Title 21, CLIA, FDA Guidance Documents, Humanitarian Device Exemption, Medsun Reports, Premarket Approvals (PMAs), Post-Approval Studies, Postmarket Surveillance Studies, Radiation-Emitting Products, Radiation-Emitting Electronic Products Corrective Actions, Recalls, Registration & Listing, Standards, Total Product Life Cycle, and X-Ray Assembler.

Under quick search: with term “incontinence”

U.S. Department of Health & Human Services

Follow FDA | En Español

FDA U.S. FOOD & DRUG ADMINISTRATION

SEARCH

Home Food Drugs Medical Devices Radiation-Emitting Products Vaccines, Blood & Biologics Animal & Veterinary Cosmetics Tobacco Products

Product Classification

FDA Home Medical Devices Databases

1 to 10 of 23 Results for incontinence

1 2 3 >

Results per page 10

New Search [Export To Excel](#) [Help](#)

Product Code	Device	Regulation Number	Device Class	
EXI	Device, Paste-On For Incontinence, Steri ...	Urine Collector And Accessories	876.5250	1
EXJ	Device, Incontinence, Urosheath Type, St ...	Urine Collector And Accessories	876.5250	1
EYQ	Garment, Protective, For Incontinence	Protective Garment For Incontinence	876.5920	1
EZW	Stimulator, Electrical, Implantable, For ...	Implanted Electrical Urinary Continece ...	876.5270	3
EZY	Device, Incontinence, Mechanical/Hydraul ...	Implanted Mechanical/Hydraulic Urinary C...	876.5280	3
KPI	Stimulator, Electrical, Non-Implantable, ...	Nonimplanted Electrical Continece Devic...	876.5320	2
MIP	Implanted Fecal Incontinence Device			3
MNG	External Urethral Occluder, Urinary Inco ...	Urological Clamp For Males	876.5160	1
MUK	Electrosurgical Radiofrequency System, S ...	Electrosurgical Cutting And Coagulation ...	878.4400	2
NIN	Device, Incontinence, Urosheath Type, No ...	Urine Collector And Accessories	876.5250	1

Product Classification

◀ FDA Home ▶ Medical Devices ▶ Databases

[New Search](#)

[Back to Search Results](#)

Device	Garment, Protective, For Incontinence
Regulation Description	Protective garment for incontinence.
Regulation Medical Specialty	Gastroenterology/Urology
Review Panel	Gastroenterology/Urology
Product Code	EYQ
Premarket Review	Gastrorenal, ObGyn, General Hospital, and Urology Devices (OHT3) Reproductive, Gynecology and Urology Devices (DHT3B)
Submission Type	510(K) Exempt
Regulation Number	876.5920
Device Class	1
Total Product Life Cycle (TPLC)	TPLC Product Code Report
GMP Exempt?	Yes

Note: This device is also exempted from the GMP regulation, except for general requirements concerning records (820.180) and complaint files (820.198), *as long as the device is not labeled or otherwise represented as sterile.*

Summary Malfunction Reporting	Eligible
--------------------------------------	----------

Note: FDA has exempted almost all class I devices (with the exception of [reserved devices](#)) from the premarket notification requirement, including those devices that were exempted by final regulation published in the *Federal Registers* of December 7, 1994, and January 16, 1996. It is important to confirm the exempt status and any limitations that apply with [21 CFR Parts 862-892](#). Limitations of device exemptions are covered under 21 CFR XXX.9, where XXX refers to Parts 862-892.

If a manufacturer's device falls into a generic category of exempted class I devices as defined in [21 CFR Parts 862-892](#), a premarket notification application and fda clearance is not required before marketing the device in the U.S. however, these manufacturers are required to register their establishment. Please see the [Device Registration and Listing website](#) for additional information.

Implanted Device?	No
--------------------------	----

[Code of Federal Regulations]
[Title 21, Volume 8]
[Revised as of April 1, 2019]
[CITE: 21CFR876.5920]



TITLE 21--FOOD AND DRUGS
CHAPTER I--FOOD AND DRUG ADMINISTRATION
DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES
SUBCHAPTER H--MEDICAL DEVICES

PART 876 -- GASTROENTEROLOGY-UROLOGY DEVICES

Subpart F--Therapeutic Devices

Sec. 876.5920 Protective garment for incontinence.

(a) *Identification.* A protective garment for incontinence is a device that consists of absorbent padding and a fluid barrier and that is intended to protect an incontinent patient's garment from the patient's excreta. This generic type of device does not include diapers for infants.

(b) *Classification.* Class I (general controls). The device is exempt from the premarket notification procedures in subpart E of part 807 of this chapter subject to the limitations in 876.9. The device is also exempt from the current good manufacturing practice requirements of the quality system regulation in part 820 of this chapter, with the exception of 820.180, regarding general requirements concerning records, and 820.198, regarding complaint files.

[48 FR 53023, Nov. 23, 1983, as amended at 54 FR 25050, June 12, 1989; 66 FR 38802, July 25, 2001]

MEDICAL TEXTILES

Medical Textiles คือ ผลิตภัณฑ์สิ่งทอเทคนิคที่ใช้ในทางการแพทย์และการดูแลสุขภาพและอนามัย ได้ถูกผลิตขึ้นมาตามความต้องการและให้มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้งานด้านต่างๆ

แบ่งออกเป็น 4 ประเภทตามการใช้งาน ได้แก่

- วัสดุที่ใช้ภายนอกร่างกาย (Nonimplantable Materials)
- อุปกรณ์เสริมการทำงานของอวัยวะ (Extracorporeal Devices)
- วัสดุฝังในร่างกาย (Implantable Materials)
- ผลิตภัณฑ์สำหรับการดูแลสุขภาพและสุขอนามัย (Healthcare and Hygiene Products)

2 อุปกรณ์เสริมการทำงานของอวัยวะ (Extracorporeal devices)

เช่น ปอดเทียม, ไตเทียม



4 ผลิตภัณฑ์สำหรับการดูแลสุขภาพและสุขอนามัย

ผ้าปูเตียง, ชุดสวมใส่ศัลยกรรม, ชุดสวมใส่ปฏิบัติงาน, ผ้าคลุมศัลยกรรม, แผ่นรองขับ, หมวกคลุมผม, หน้ากาก



1 วัสดุที่ใช้ภายนอกร่างกาย (Nonimplantable materials)

เช่น ผ้าพันแผล, พลาสติกปิดแผล, ผ้าก๊อช, สำลี, ผ้ายืดพุงข้อศอก, ผ้าพันข้อมือ



3 วัสดุฝังในร่างกาย (Implantable materials)

ด้ายเย็บแผล, เส้นเลือดเทียม, เอ็นเทียม, ข้อกระดูกเทียม



การขึ้นรูปเส้นใยประเภทต่างๆสำหรับใช้ใน Medical Textile Products

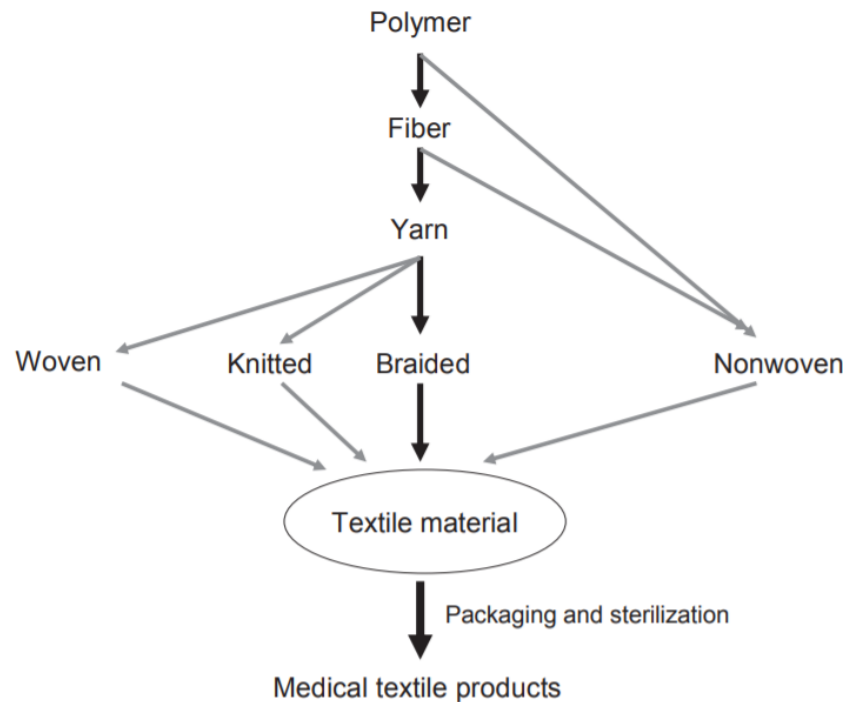


Table 1.2 Textile structures applicable for medical products, and the technique used

Structure	Technology, processes
Fibre	Natural or manufactured (man-made) fibre preparation processes
Web	Natural or manufactured (man-made) fibre preparation processes, carding
Sliver	Carding, drawing
Roving	Roving (preliminary spinning)
Spun yarn	Spinning
Filament yarn	Formation of filament (extrusion, cutting, etc.)
Plied yarn	Assembling, twisting
Fancy yarn	Spinning, twisting, knitting technique, etc.
Woven fabric	Weaving
Nonwoven material	Bonding by friction or/and cohesion or/and adhesion forces
Knitted fabric, crochet	Knitting, crochet knitting
Braided material	Braiding
Embroidered material	Embroidering
Spacer textiles	Technique enabling to hold layers by spacer
Composite material	Compositing
Modified systems	Modification using various technique as impregnation, encapsulation, printing, bonding, plasma treatment, etc.

2 อุปกรณ์เสริมการทำงานของอวัยวะ (Extracorporeal devices)
เช่น ปอดเทียม, ไตเทียม

1 วัสดุที่ใช้ภายนอกร่างกาย (Nonimplantable materials)
เช่น ผ้าพันแผล, พลาสติกปิดแผล, ผ้าก๊อช, สำลี, ผ้ายืดพองข้อศอก, ผ้าพันข้อมือ

4 ผลิตภัณฑ์สำหรับการดูแลสุขภาพและสุขอนามัย
ผ้าปูเตียง, ชุดสวนไส้ซิลยกรรรม, ชุดสวนไส้ปฏิบัติงาน, ผ้าคลุมศัลยกรรม, แผ่นรองชั้น, หมวกคลุมผม, หน้ากาก

3 วัสดุฝังในร่างกาย (Implantable materials)
ถ้วยเย็บแผล, เล็นเลือดเทียม, เย็นเทียม, ข้อกระดูกเทียม

การแบ่งประเภทเส้นใยและตัวอย่างการใช้งานใน Medical Textile Products

Table 1.1 Classification of fibres generally used in medical textiles

Origin	Source	Examples of fibres
Natural fibres	Plant (vegetable) fibres	Bast (flax, hemp, etc.) Leaf (abaca, etc.) Seed (cotton)
	Animal fibres	Hair Silk (spider, silkworm) Wool
Manufactured (man-made) fibres	Fibres based on natural polymers	Alginates (ALG) Lyocell (CLY) Polyglycolic acid (PGA) Polylactic acid (PLA) Proteins (collagen) Viscose (CV)
	Fibres based on synthetic polymers	Elastane (EL) Elastodiene (ED) Polyamide (PA) Polyester (PES, PET) Polypropylene (PP) Polytetrafluoroethylene (PTFE) Vinylal (PVAL)
	Other fibres	Carbon (CF) Glass (GF) Metal (silver, gold, etc.) (MTF)

Table 2.1 Applications of different types of fibers in medical textile products

Fiber type	Applications
Cotton	Surgical gowns, bedding, sheets, pillow covers, uniforms, surgical hosiery
Viscose	Caps, masks, wipes
Polyester	Gowns, masks, surgical cover drapes, blankets, cover stock
Polyamide	Surgical hosiery
Polypropylene	Protective clothing
Polyethylene	Surgical covers, drapes
Glass	Caps, masks
Elastomer	Surgical hosiery

สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการพัฒนา Medical Textile

Function, Performance, Form, Technical constrain, IP, Price และ

สิ่งที่สำคัญที่สุดคือ ต้องได้มาตรฐานตามข้อกำหนดที่เกี่ยวข้อง

ตัวอย่าง วัสดุสำหรับ Implantable device for regenerative medicine (Tissue Engineering)

- **Biocompatible** ... **not** evoke a sustained inflammatory or toxic reponse upon implantation in the body.
- have appropriate mechanical properties for indicated application
- match degradation time of the materials and the healing or regeneration process or do not degrade (depends on use)
- be compatible for mechanical properties with degradation and the healing or regeneration process.
- have non-toxic, and cleared the degradation products from the body.
- have appropriate permeability and processibility for the intended application.

Example of MEDICAL TEXTILES

Antimicrobial Textiles

Working concept:

1. Antimicrobial agents (active antimicrobial activity)

Antimicrobial agents used for textile protection utilize two main mechanisms of antimicrobial activity:

- Controlled release (Leaching antimicrobial agents)
- Barrier formation (Bound antimicrobial agents)

2. Low Adhesion agents (passive antimicrobial activity)

3. Dual action antimicrobial agents (Antimicrobial agent + Low Adhesion agent)

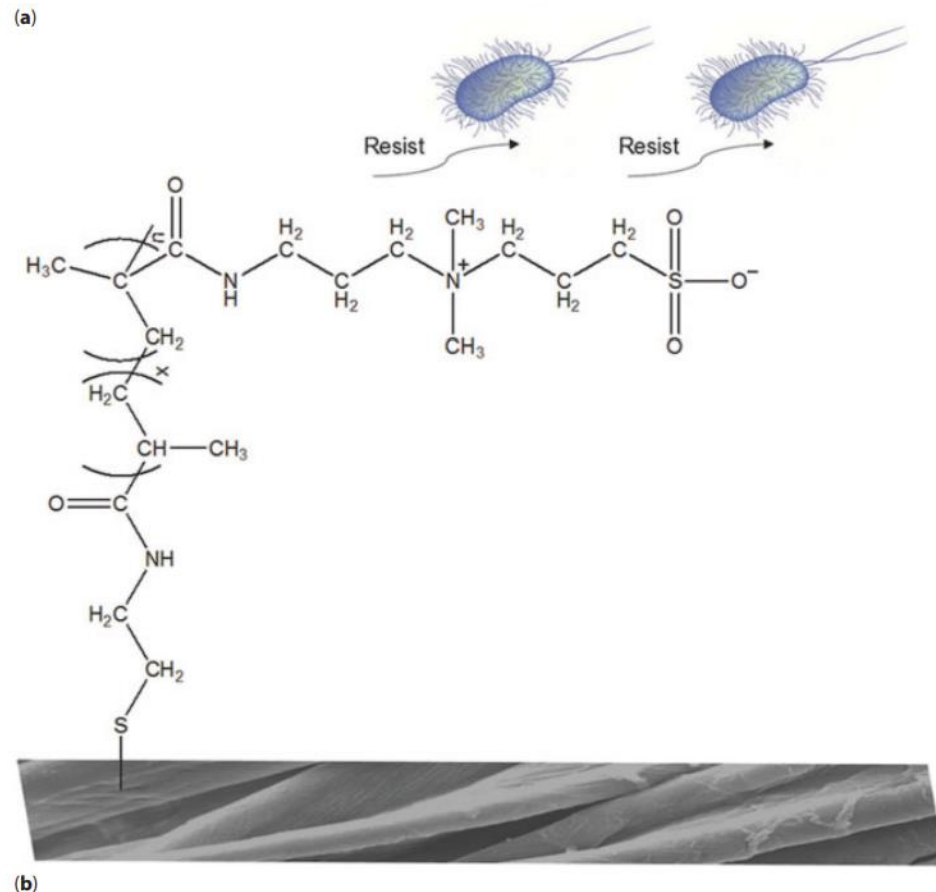



Figure 1.20 Formation of anti-adhesion self-assembled monolayers of L-cysteine betaine (a) [198] and poly(phosphobetaine) brush (b) [199, 201] on the activated solid surface which resists bacteria.  represents a live bacterium.

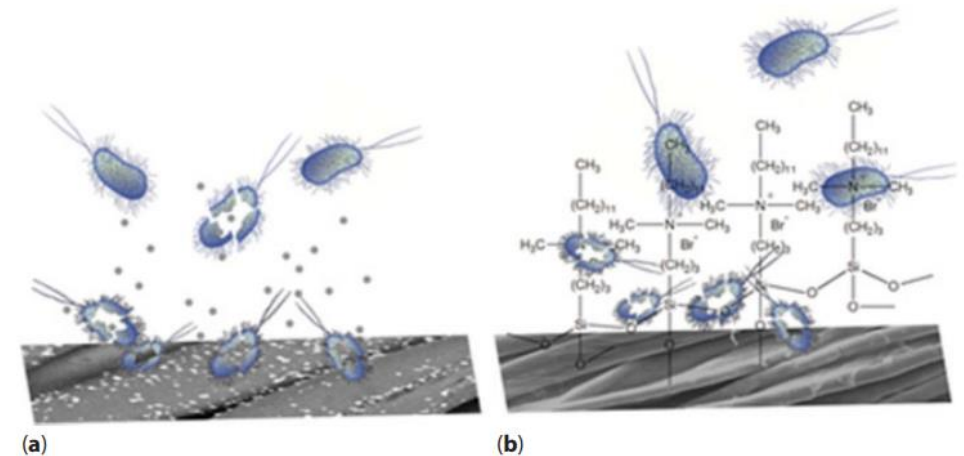
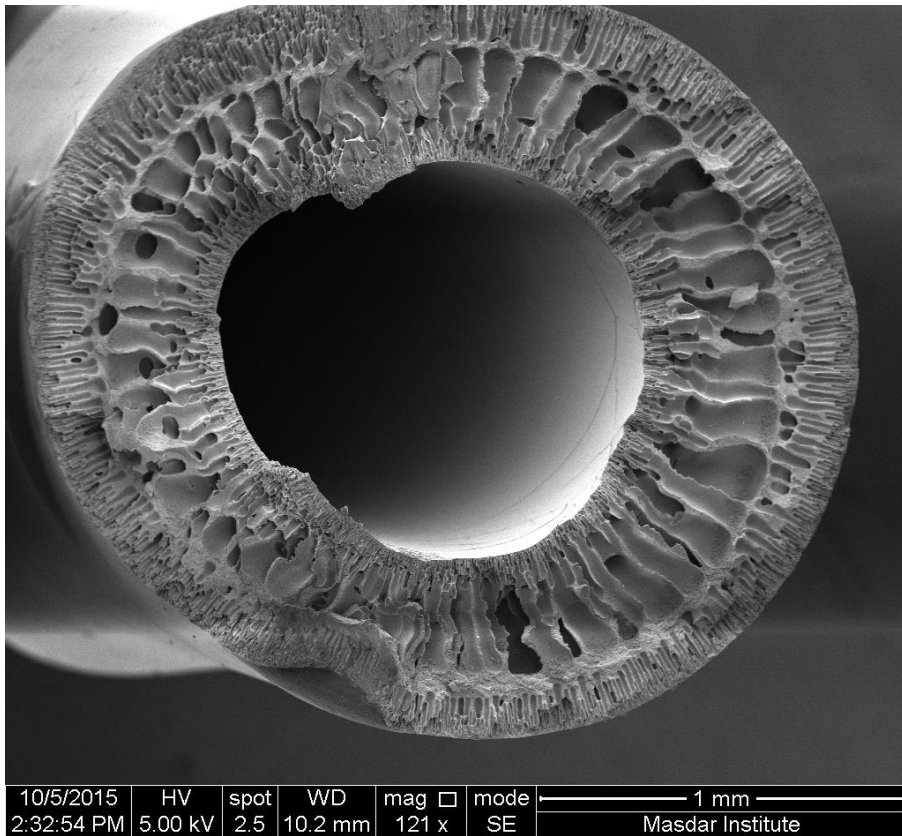
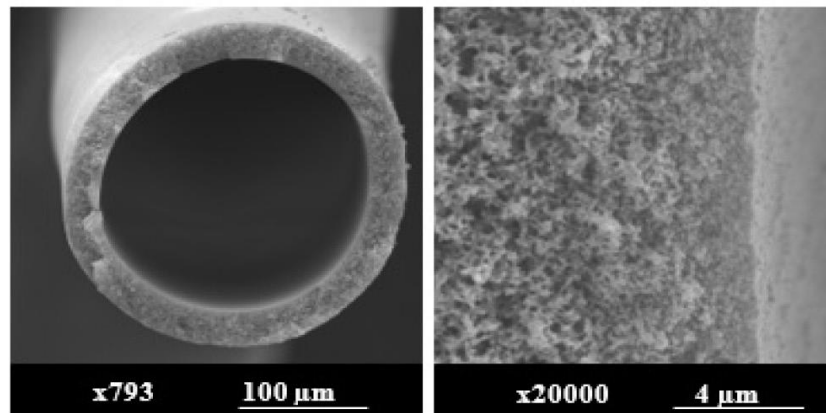
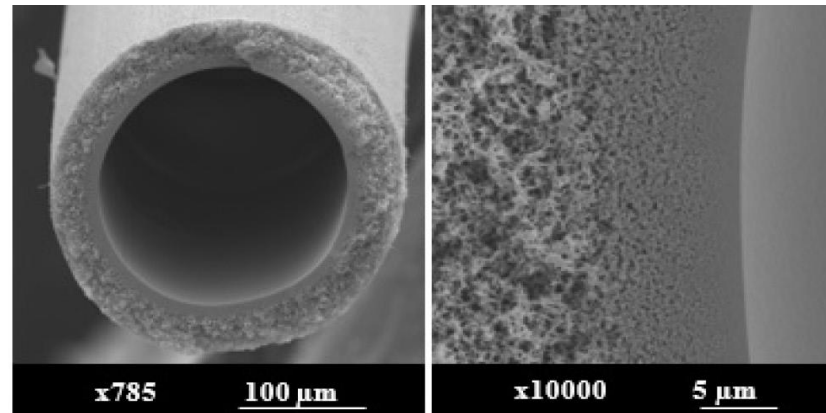
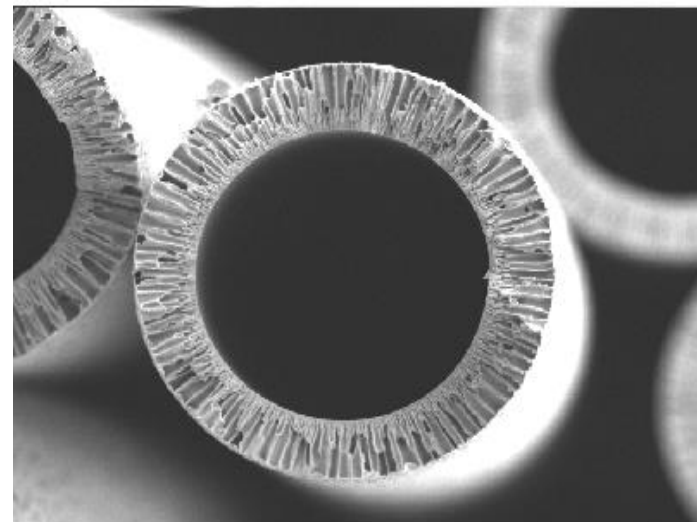
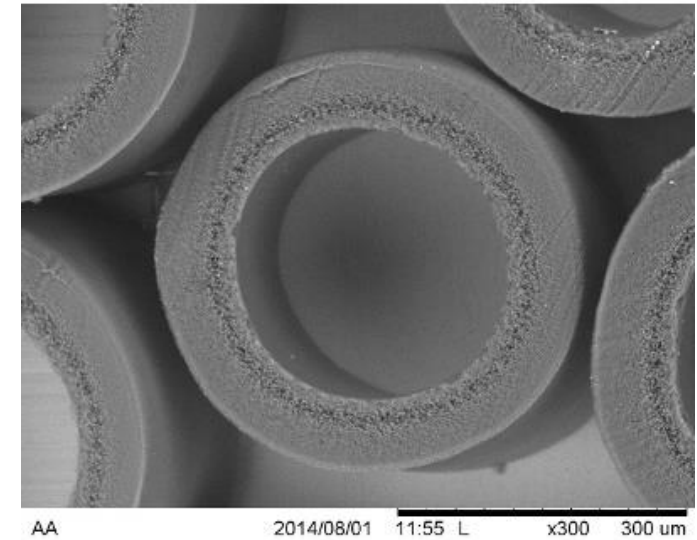


Figure 1.1 Schematic presentation of the controlled-release of the antimicrobial agent particles (depicted as grey spots) from the textile surface to surrounding where they kill the microorganisms (a) and the formation of polymer film by the antimicrobial agent on textile surface which acts as a barrier for microorganisms (b).

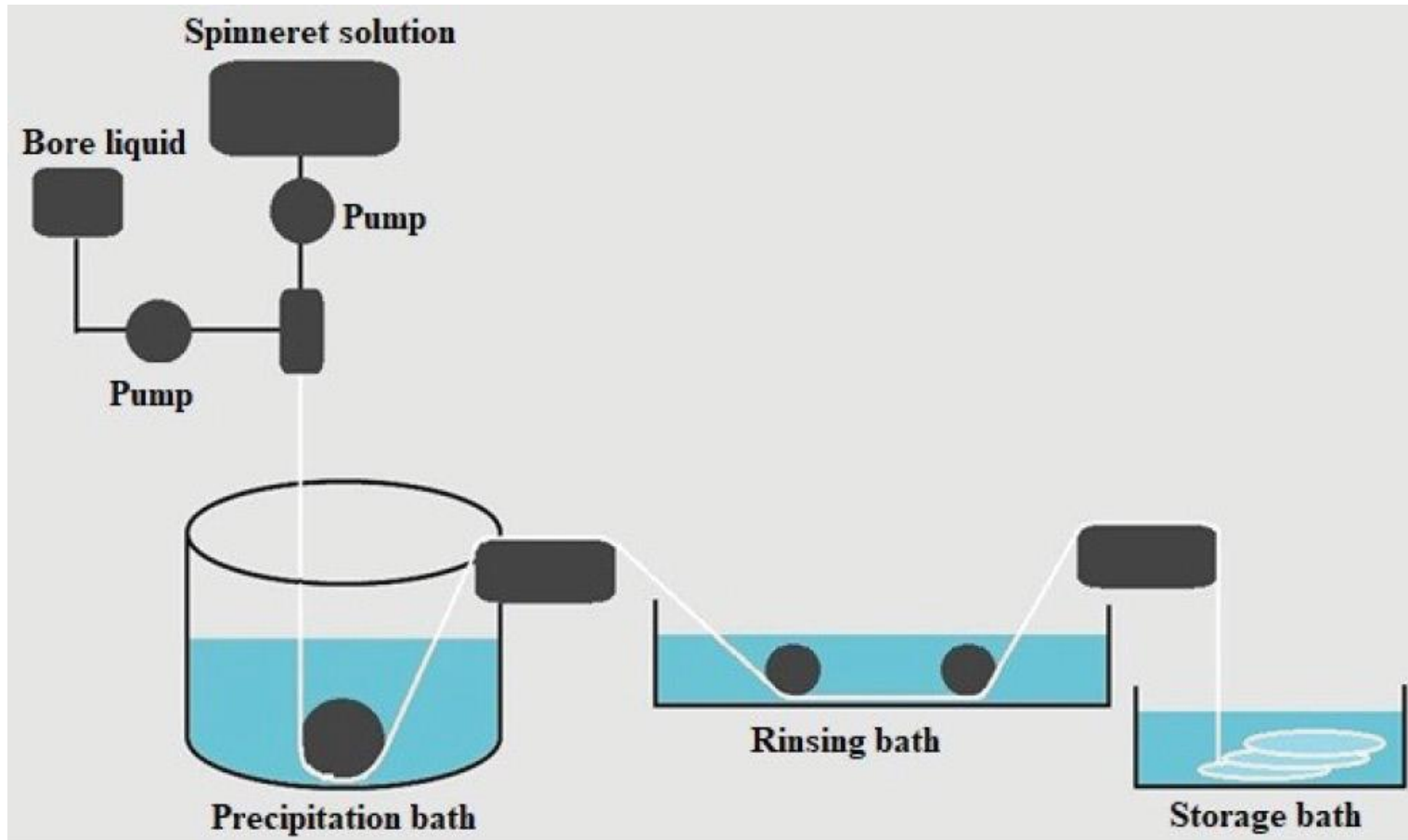
Hollow fiber: What is it?

Special fiber with nanoscopic/microscopic pores/channels structure on fiber wall. Shape and size depend on polymer type, solvent, precipitation media, and process conditions.

Applications: Artificial kidney, artificial lung, desalination, water filtration, ultrafiltration, gas separation, etc.



Hollow Fiber: What is it and how does it made?



Co-extrusion of polymer solution into precipitation bath with specific processing parameter to induce formation of porous structure in fiber wall.

Hollow Fiber in Hemodialysis (artificial kidney) application

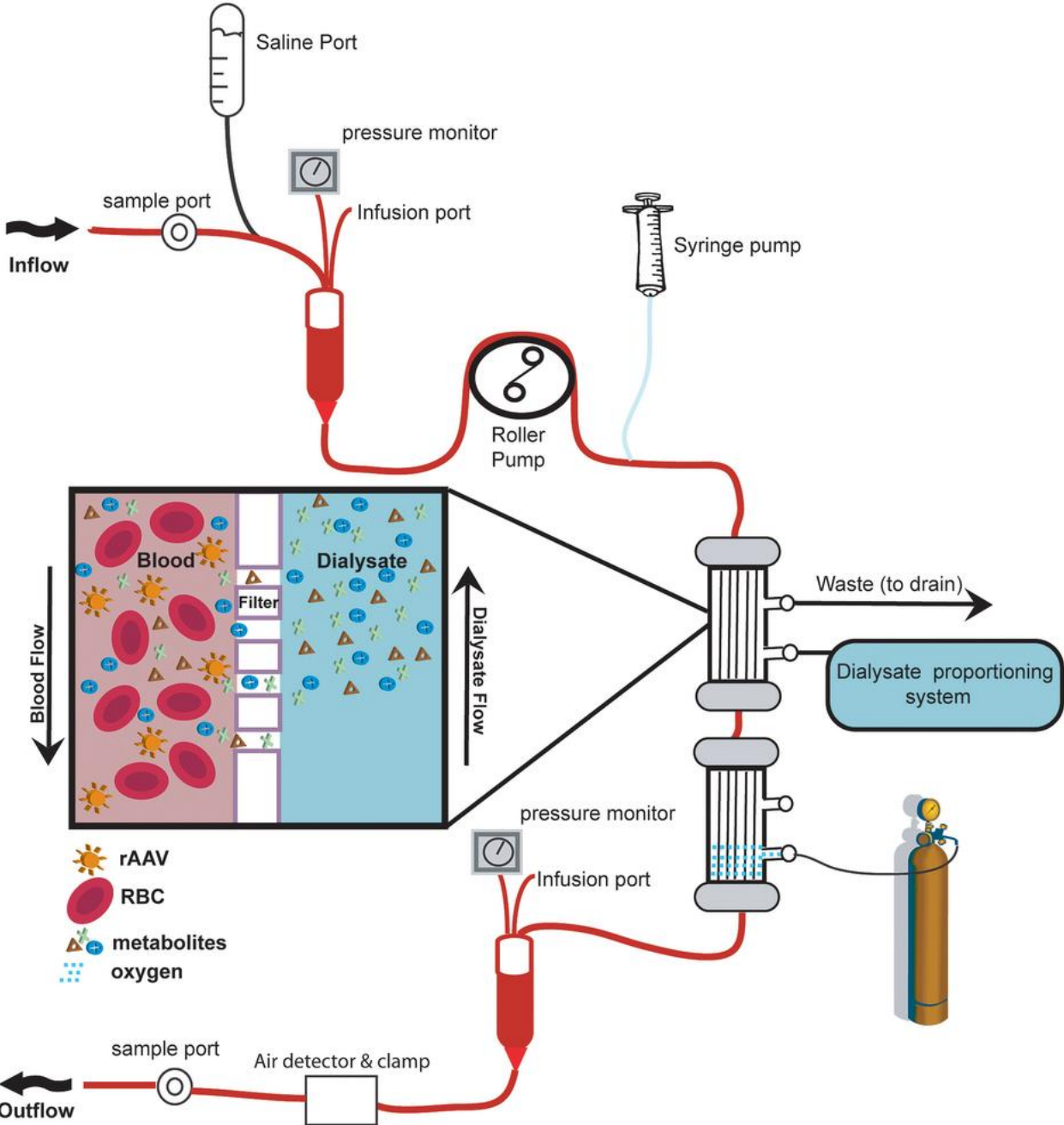
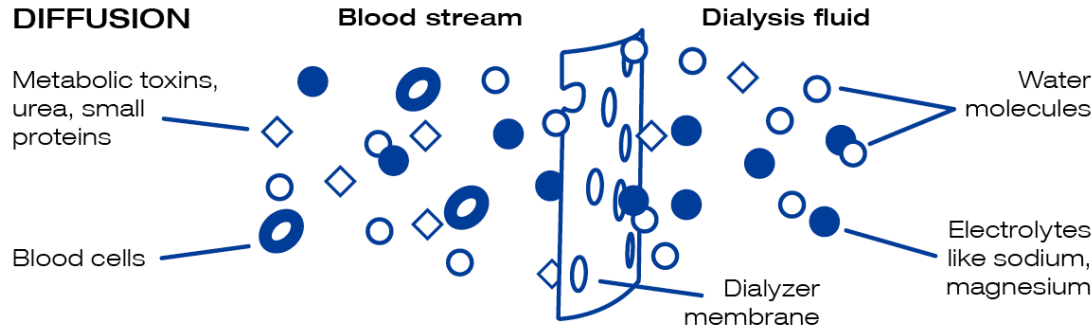
Dialysis membrane module (dialyzer) is used in the pressure-driven hemodialysis process to remove excess waste products and water from the body.

- 4-6 hours treatment, usually 3 times/wk.
- Cellulose and polysulfone are two main membrane materials.
- Related technologies are now monopolized by a few companies like Fresenius, Gambro, and Baxter.



Working concept:

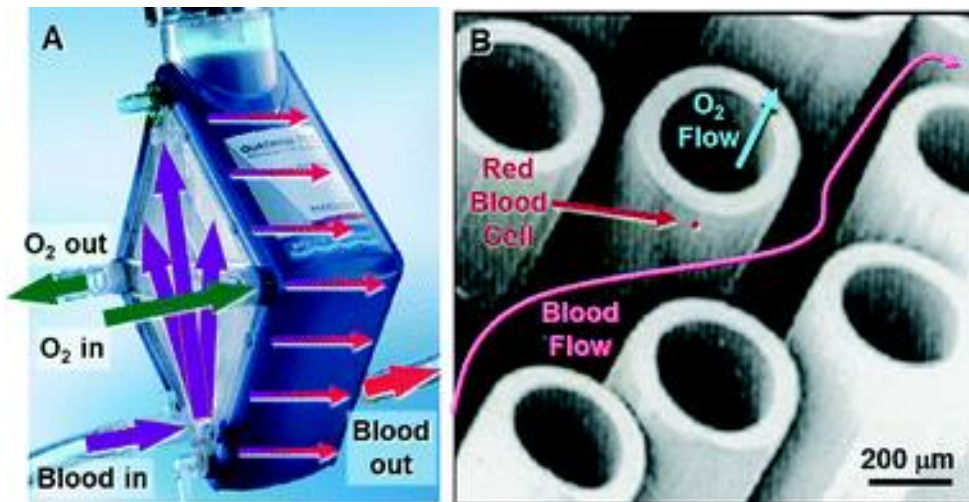
Waste & toxin in blood will diffuse through thin wall of hollow fiber into dialysis solution.



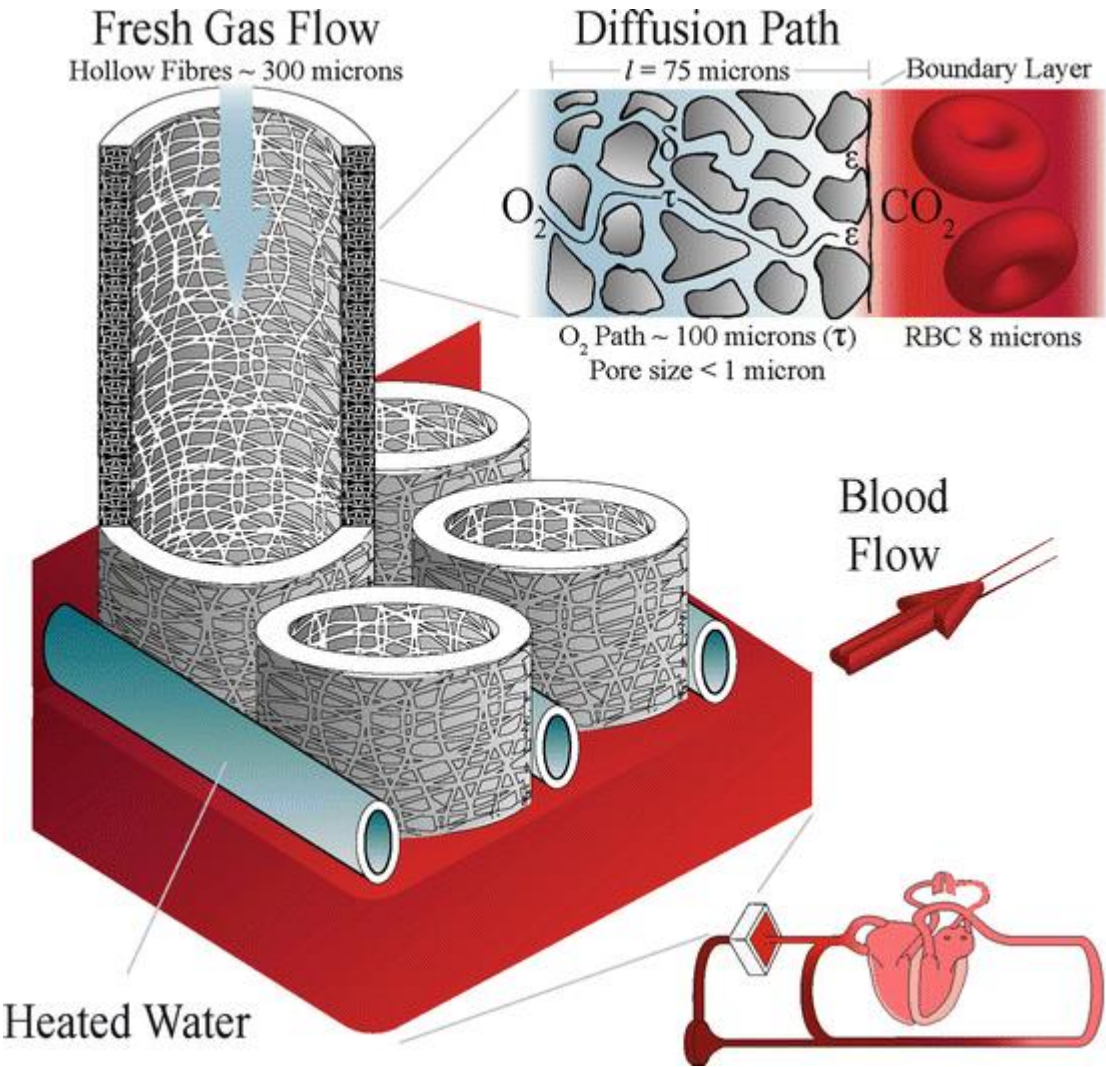
Hollow Fiber in microfluidic artificial lungs.

Microfluidic or microchannel artificial lungs promise to enable a new class of truly portable, therapeutic artificial lungs through feature sizes and blood channel designs that closely mimic those found in their natural counterpart.

Working concept: gas diffusion through thin wall of hollow fibers.

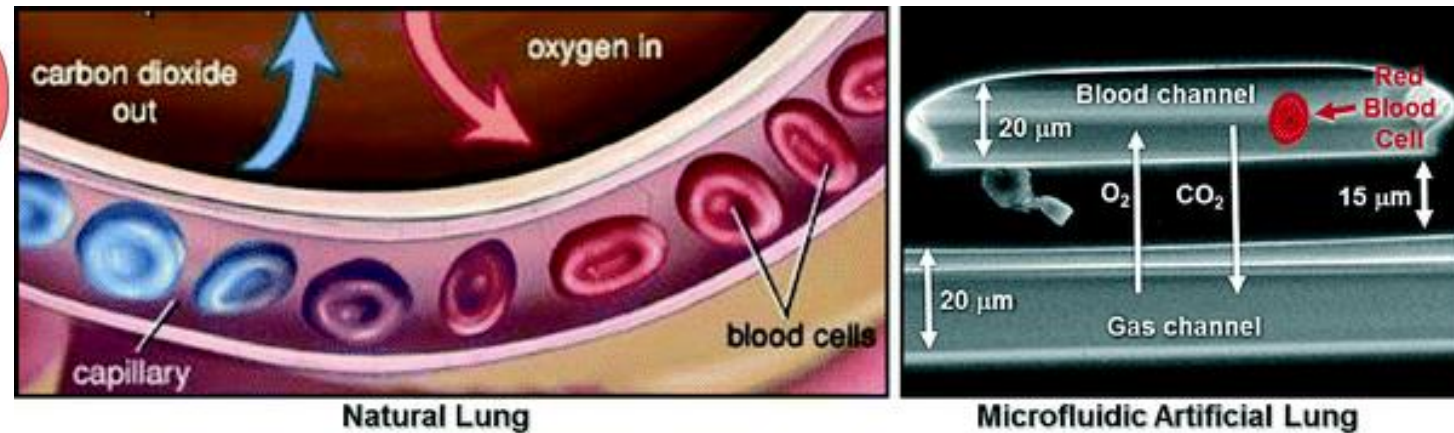


A: hollow-fiber artificial lung technology. A. Diagram of the Maquet Quadrox. B: Cross-section of the gas diffusion interface in hollow-fiber artificial lungs.



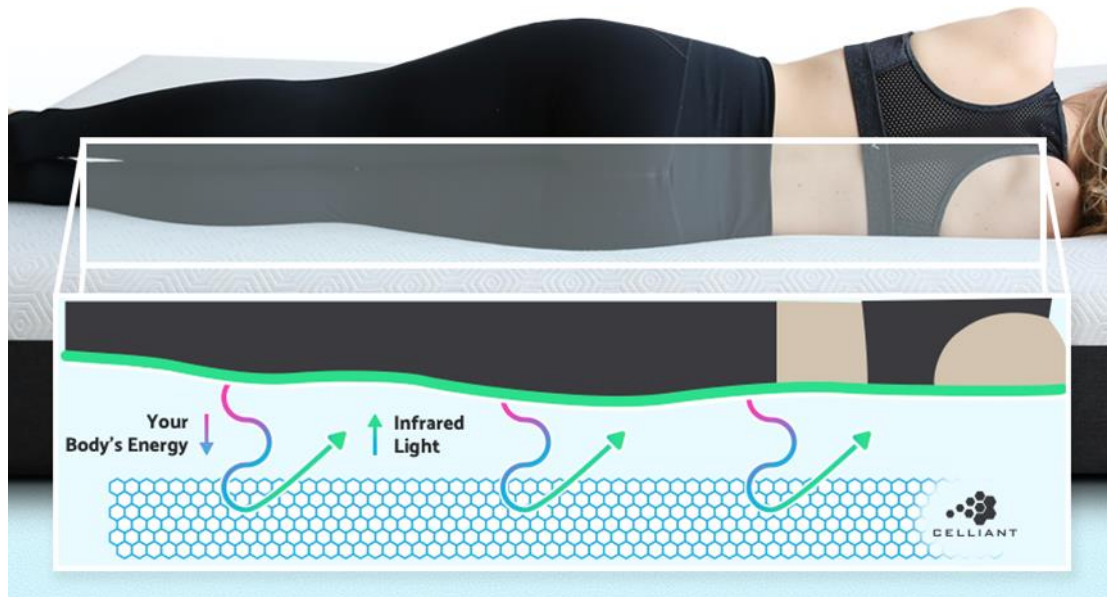
Working concept: gas diffusion through thin wall of hollow fibers.

A comparison of the size of the basic unit of gas exchange in the natural lung and microfluidic artificial lungs. Red blood cells in each figure serve as a size reference.

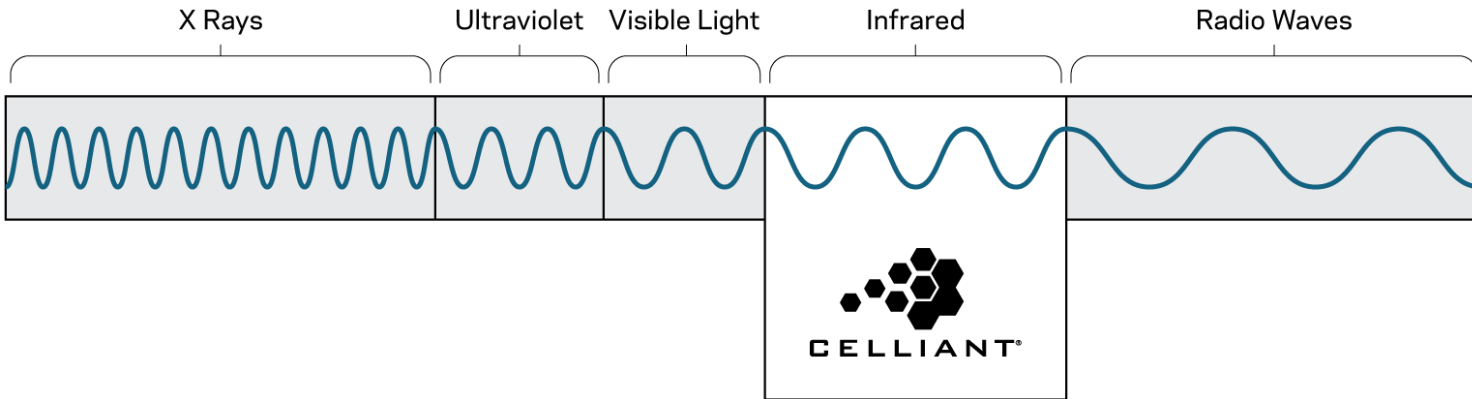


Infrared Performance fabric

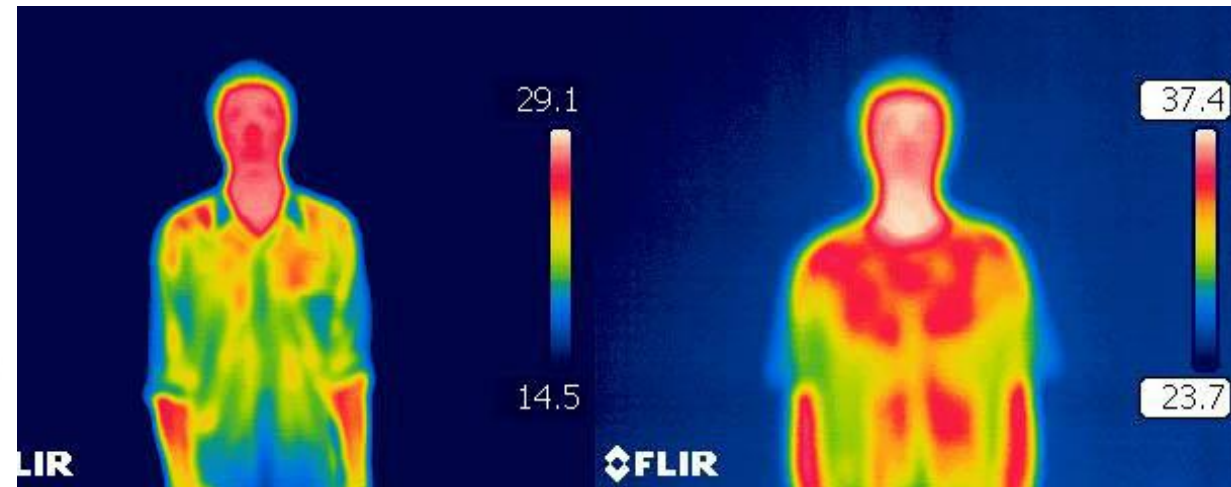
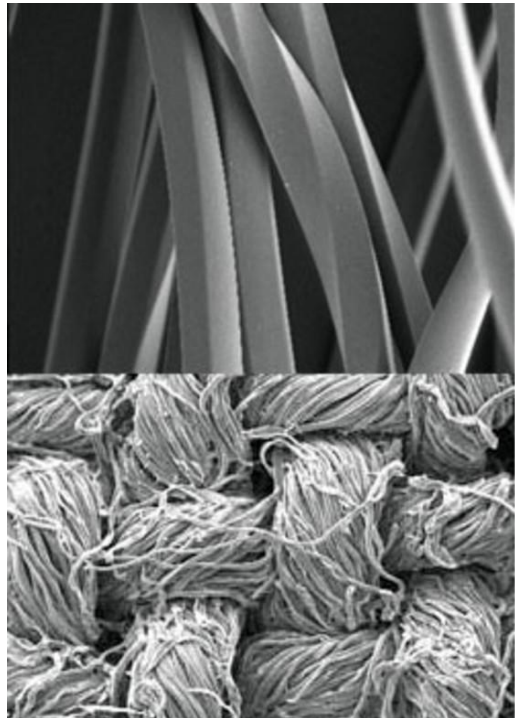
- U.S. FDA has determined Celliant® (by Hologenix LLC), products are *medical devices and general wellness products*, as defined in Section 201(h) of the Federal Food, Drug and, Cosmetic Act.
- because the products temporarily promote increased local blood flow at the site of application in healthy individuals.



Infrared Performance fabric



- Celliant fabric contain 13 thermo-reactives minerals.
- Absorb and convert body heat into infrared energy (IR).I
- IR is a vasodilator, increasing blood flow to tissue and muscles and, delivering vital nutrients and oxygen to cells

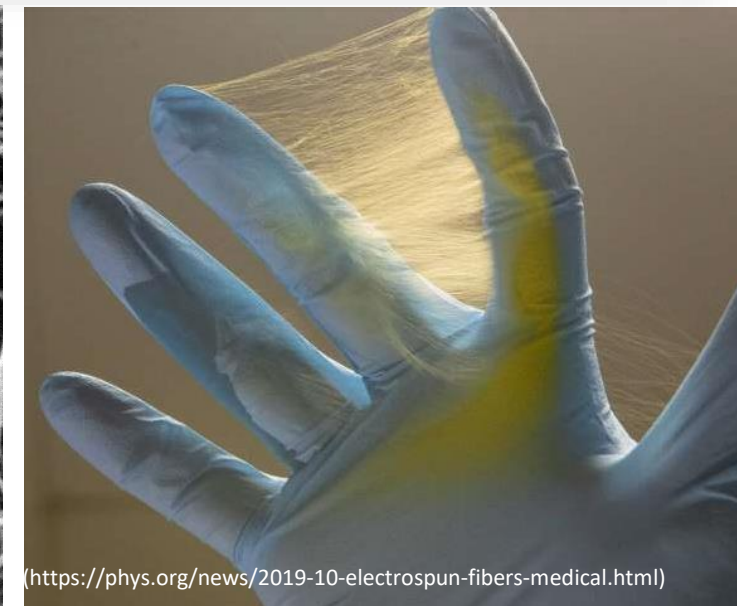
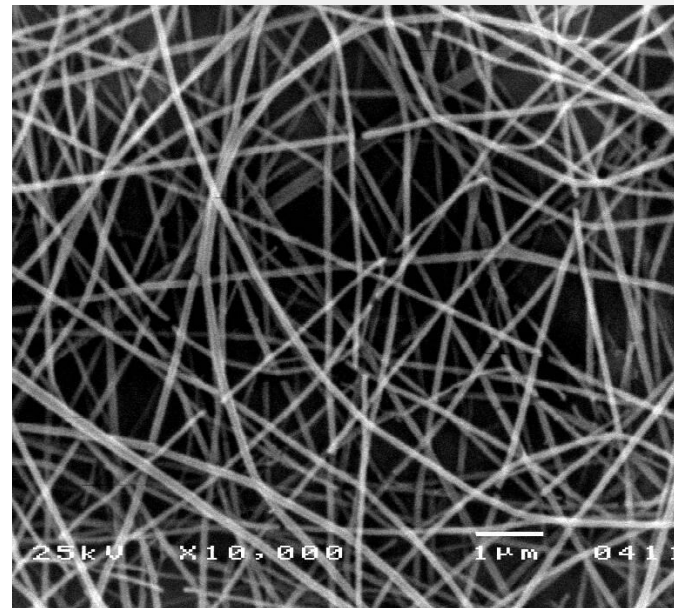
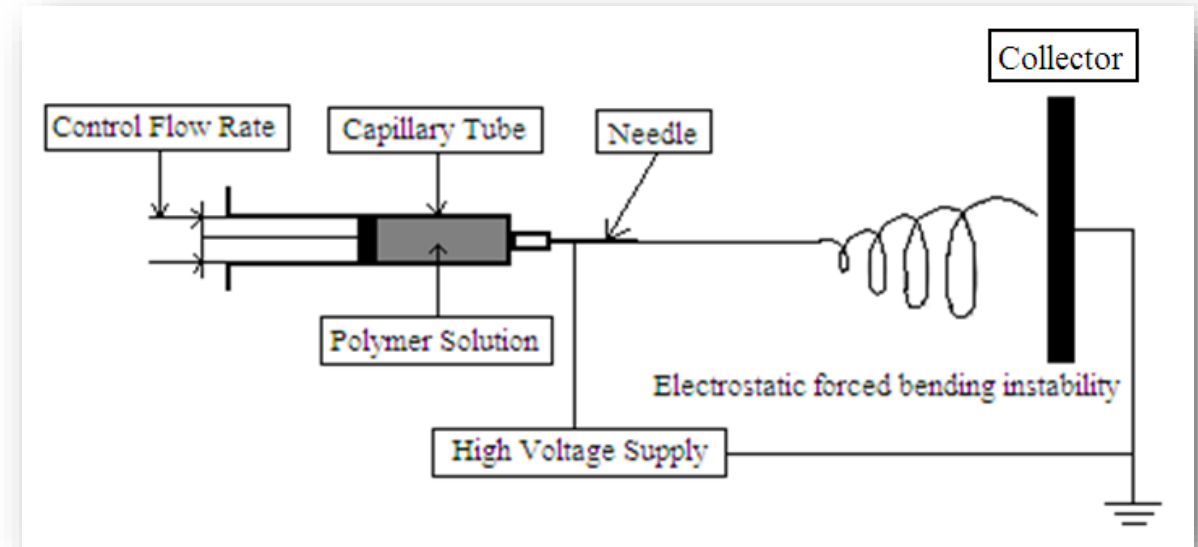


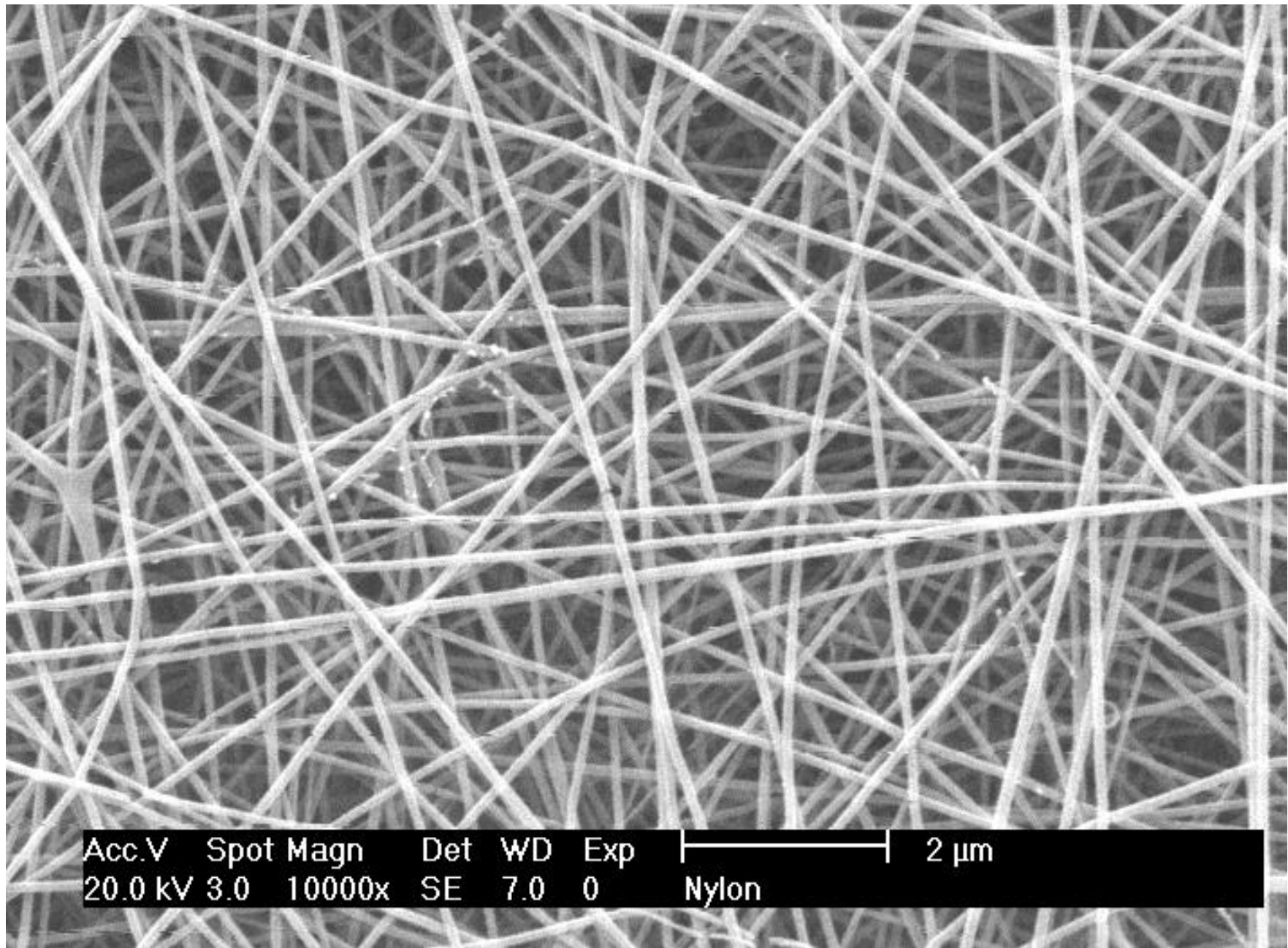
Electrospinning

The electrospinning process utilizes an electrostatic force to destabilize a surface of a polymer liquid droplet, creating a charged jet that elongates and solidifies to form an electrospun fiber.

Advantages

- Can produce continuous ultra-fine fibers with diameters in the nanometer to sub-micrometer range
- Versatile.
- Simple and robust spinning station





Acc.V	Spot	Magn	Det	WD	Exp	2 μ m
20.0 kV	3.0	10000x	SE	7.0	0	Nylon

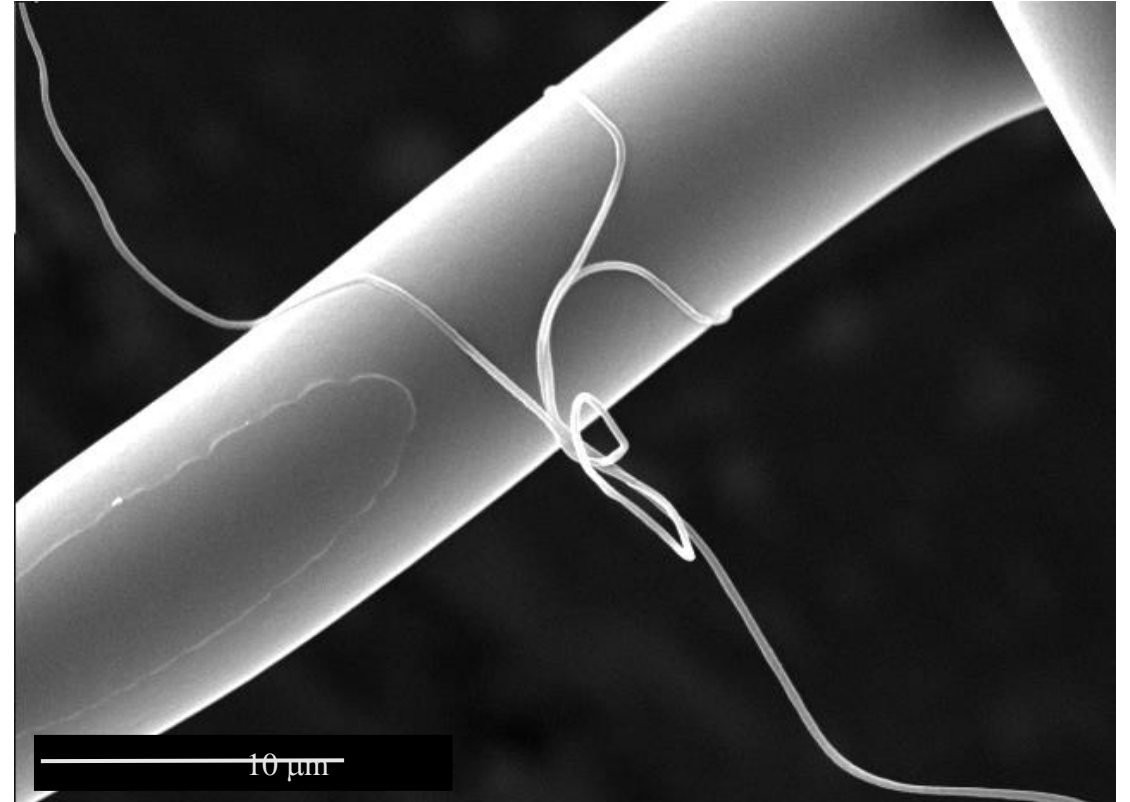
Electrospun fibers

Solution electrospinning:

- depends on polymer-solvent system
- typically in the range of 50-500 nm.
- Can be as small as 3 nm!

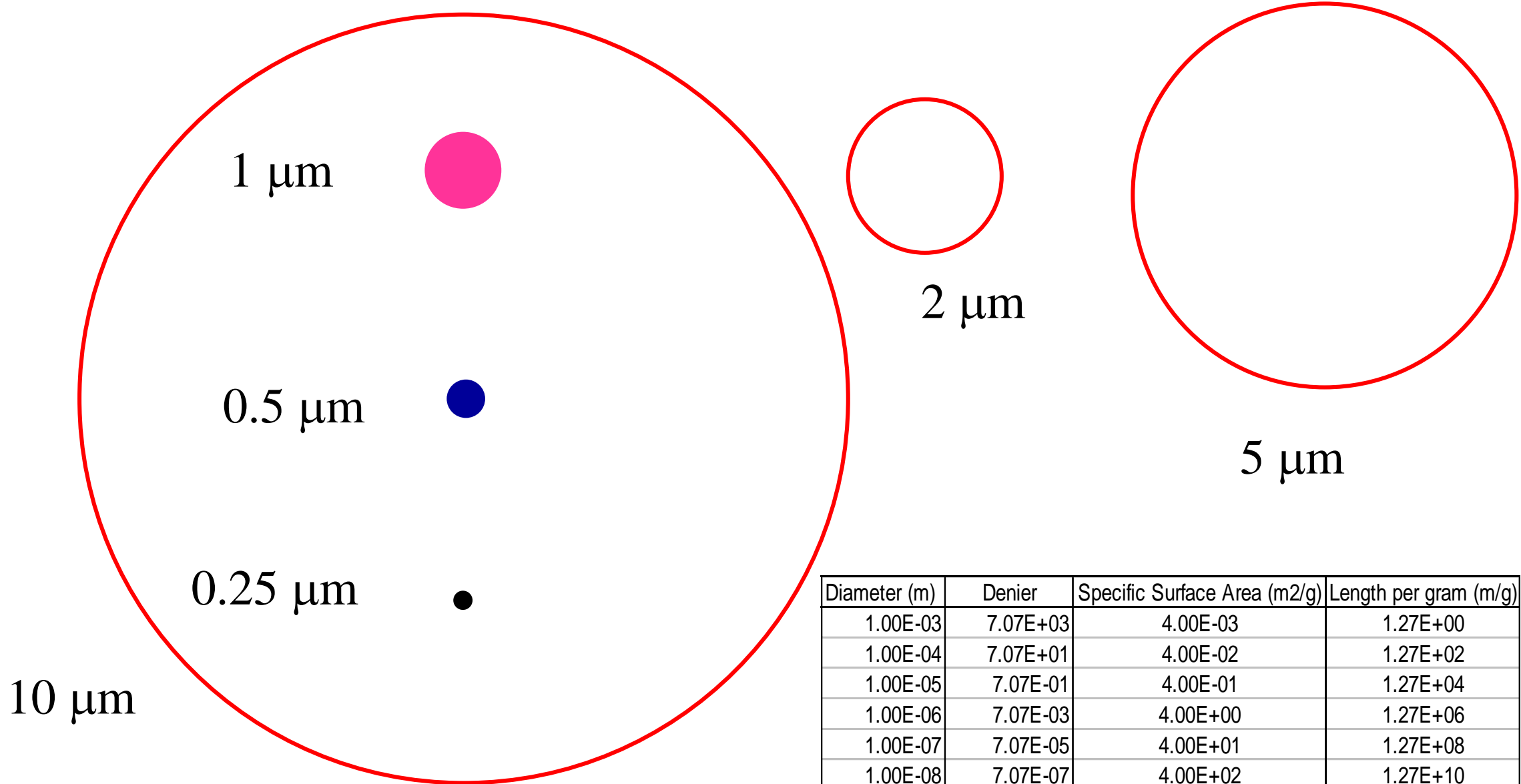
Melt electrospinning:

- ranging from ~200 nm (RR) to more than 100 microns.
- Typical range is ~3-8 microns (from other reports)



PP fibers melt electrospun in vacuum

Features of electrospun fibers: Fiber diameter and specific surface area

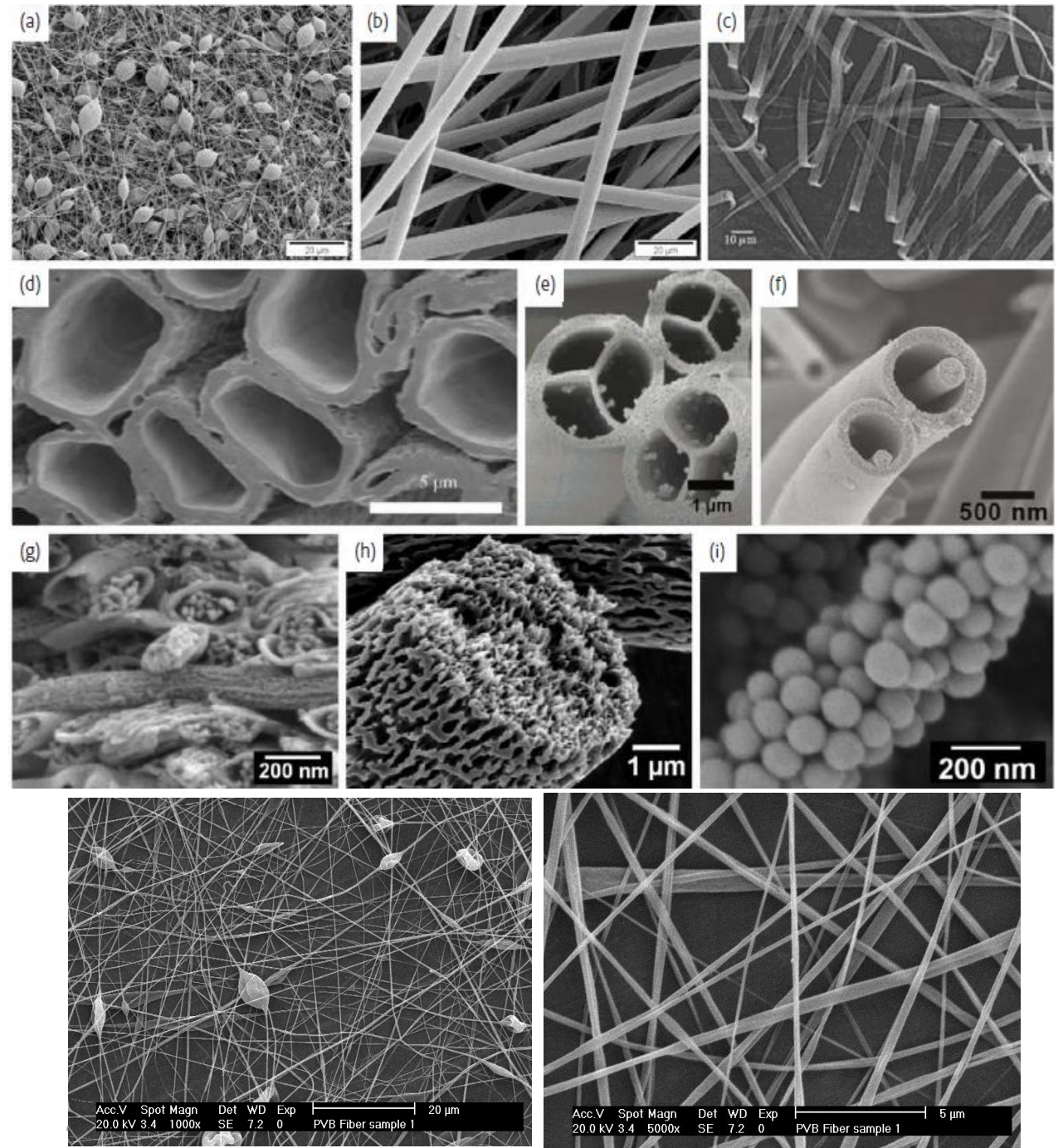


Diameter (m)	Denier	Specific Surface Area (m ² /g)	Length per gram (m/g)
1.00E-03	7.07E+03	4.00E-03	1.27E+00
1.00E-04	7.07E+01	4.00E-02	1.27E+02
1.00E-05	7.07E-01	4.00E-01	1.27E+04
1.00E-06	7.07E-03	4.00E+00	1.27E+06
1.00E-07	7.07E-05	4.00E+01	1.27E+08
1.00E-08	7.07E-07	4.00E+02	1.27E+10
1.00E-09	7.07E-09	4.00E+03	1.27E+12

Relative size of fiber with different diameter ⁴⁷

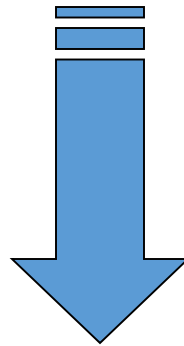
Fiber morphology:

- Regular (smooth surface),
- beaded fibers,
- collapsed bead fiber,
- ribbon fiber,
- fiber with rough or nanopore on the surface.
- Hollow nanofiber

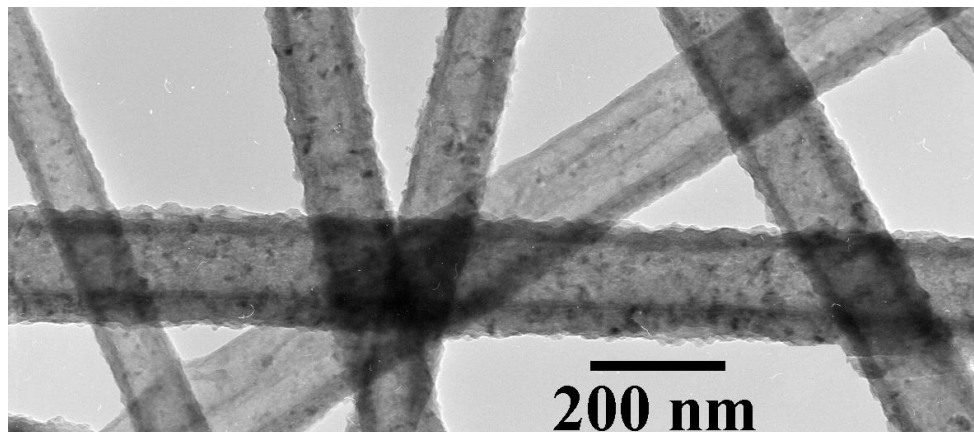


Properties and Application of Electrospun Nanofibers

Properties



Applications



- Very small diameter. Small fiber diameter, similar to natural fiber in cellular environment
- High length to diameter ratio
- High specific surface area
- High porosity / small pore size
- Good absorption
- Good breathability
- Biocompatibility, biodegradability
- Small aperture to block bacterial invasion

Filtration devices

Nanocomposites

Biomedical applications

Agricultural applications

Energy production and storage

Biosensor/Environmental sensor

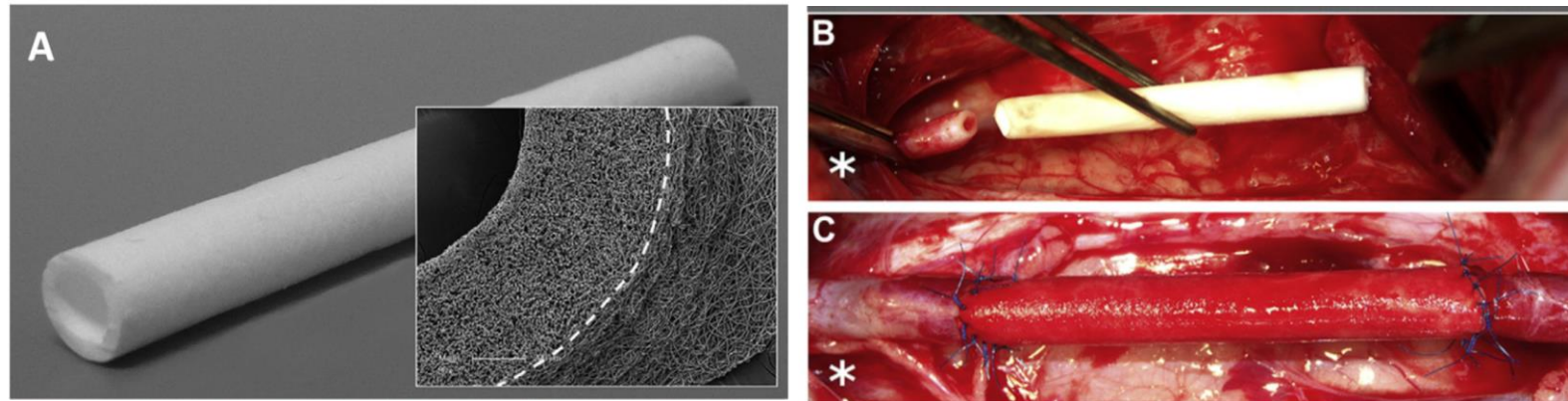
Environmental remediation

Advanced engineering applications

Template for producing nanotube' Ceramics
nanofiber, Optical sensors, Gossamer application, etc.

Electrospun Fiber in Biomedical applications

- Wound dressing¹
- Tissue engineering scaffold
- Controlled drug release
- Artificial skin
- Blood vessel
- Cosmetics
- Etc.

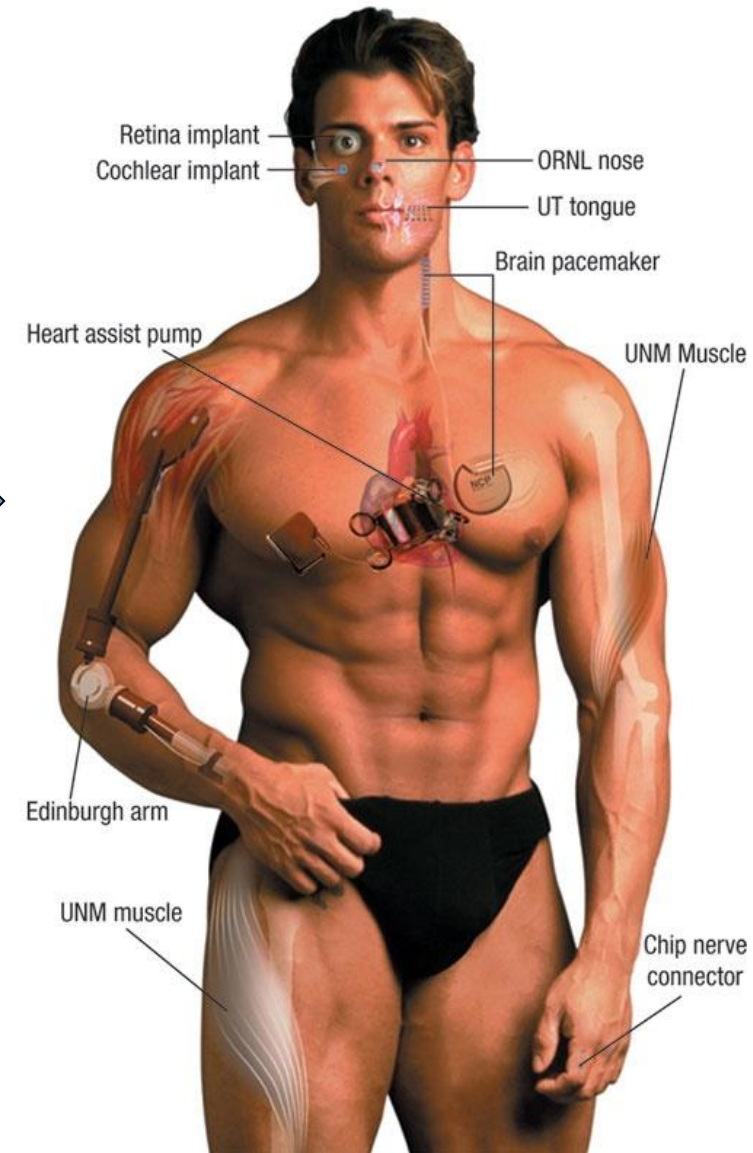
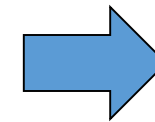
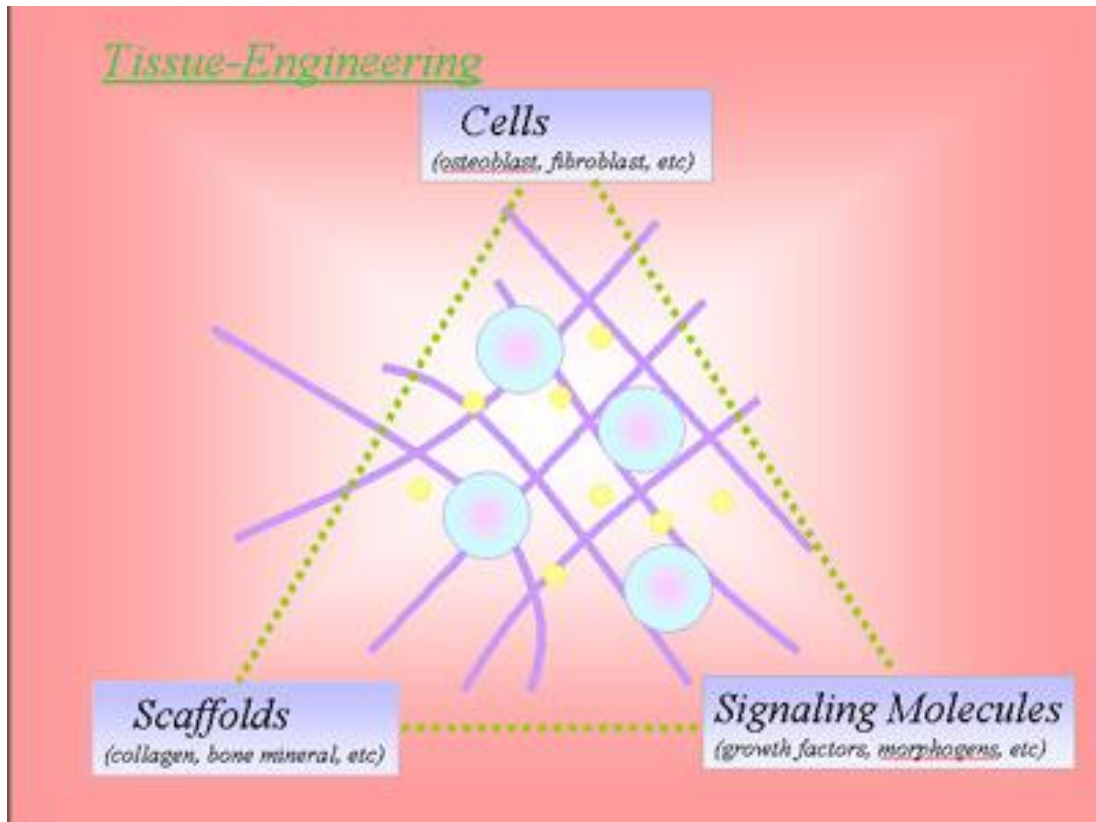


▲ Biodegradable poly-ε-caprolactone (PCL) vascular graft
(A), implantation of poly-ε-caprolactone (PCL) prosthesis (B–C)

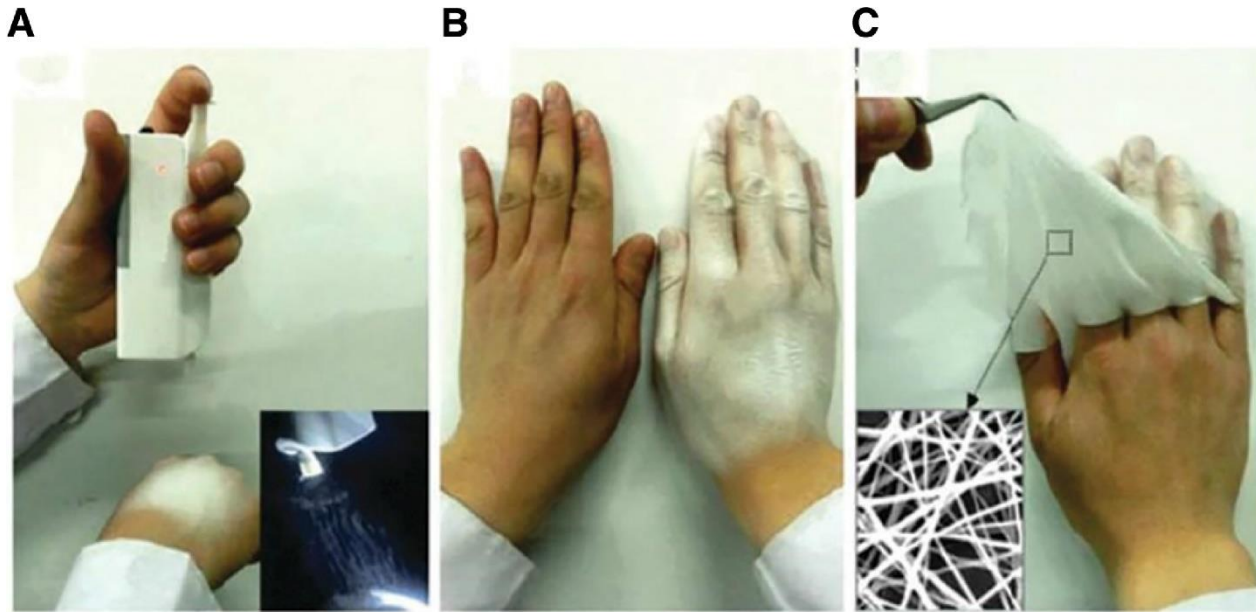
(W Mrówczyński et al., 2014)

Regenerative Medicine: Tissue Engineering

Tissue Engineering: a field that seeks to replace, repair or enhance biological function at the scale of a tissue or organ by manipulating cells via their extracellular environment

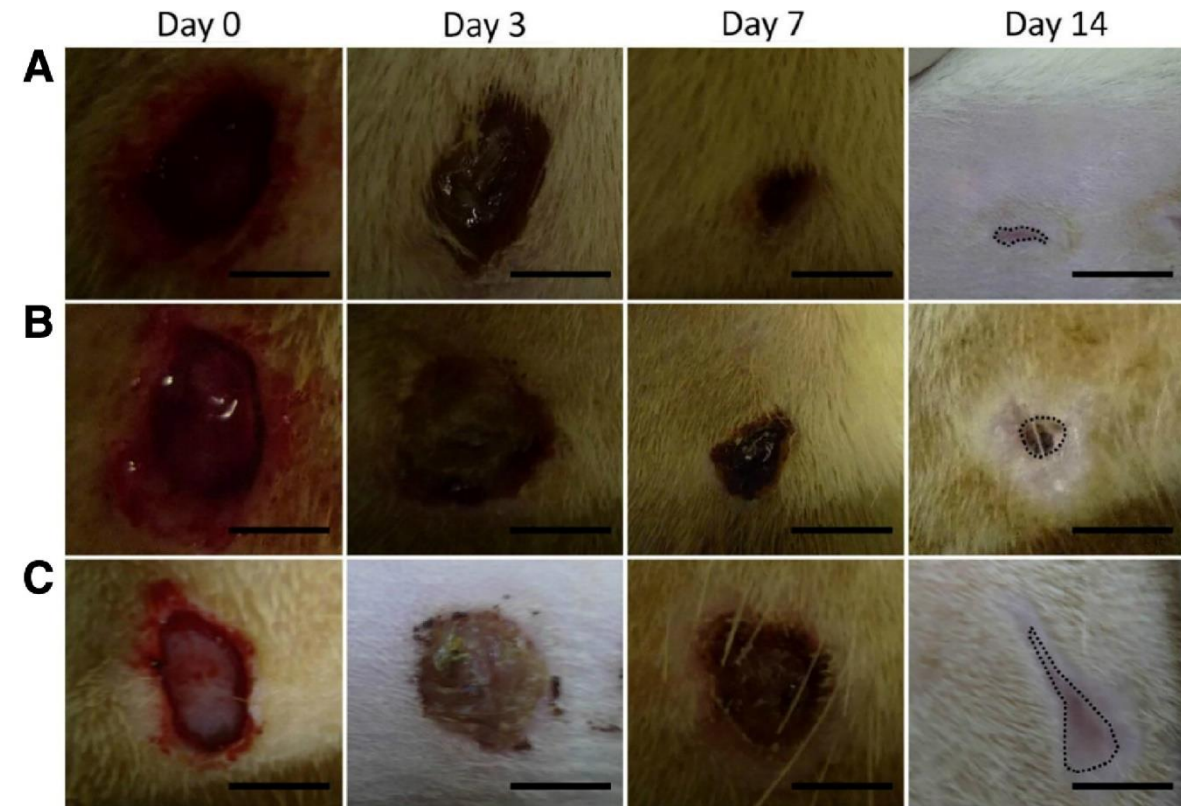


Electrospun nanofiber for wound dressing application?



(Above) PLA fibers electrospun by portable electrospinning device on hand; (B) the final appearance of a homogenous ND; (C) removing the ND with a tweezer from skin

Asian j Phama. Sci., 2019, 14 (2), 130

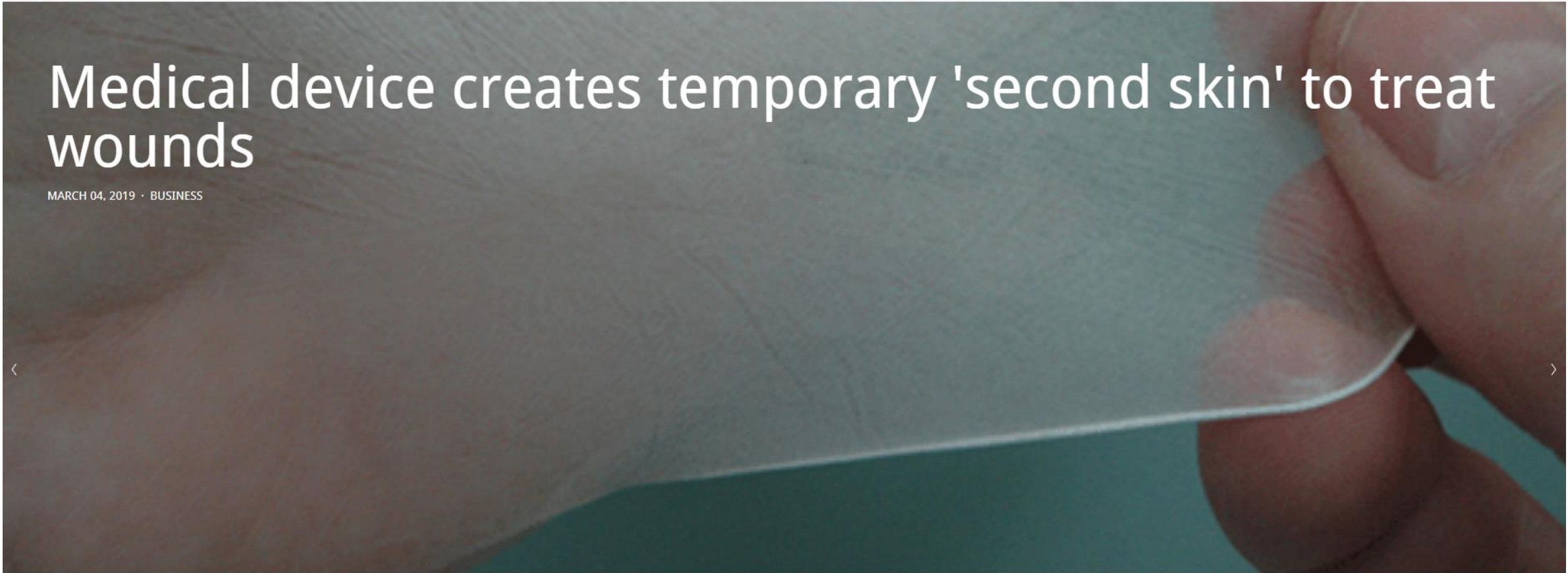


Photographs of the wound closure of diabetic rats on days 0, 3, 7, 14, (A) collagen/PLGA with glucophage-loaded group, (B) pure collagen/PLGA group, (C) gauze sponge group.

Asian j Phama. Sci., 2019, 14 (2), 130

Medical device creates temporary 'second skin' to treat wounds

MARCH 04, 2019 · BUSINESS

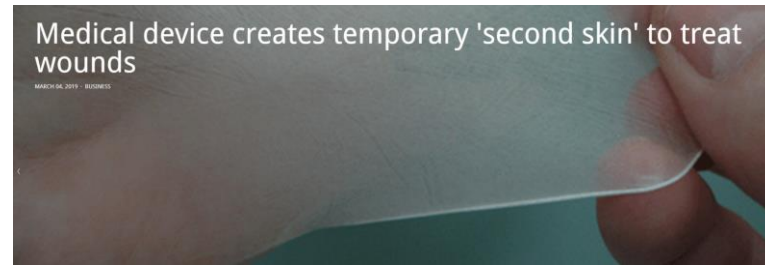


By using this website, you agree to our use of cookies. We use cookies to provide you with a great experience and to help our website run effectively.



Israeli startup Nanomedic Technologies Ltd. has developed a medical device that it says can dress burns and other wounds with nano materials that mimic human tissue and peel off once the skin below is regenerated.

The temporary and transparent skin layer that the device generates can be applied without touching the charred skin,



1. Kataphinan, W., Internal communication
2. <http://www.electrosols.com/>

Electrospun Fiber in Filtration applications

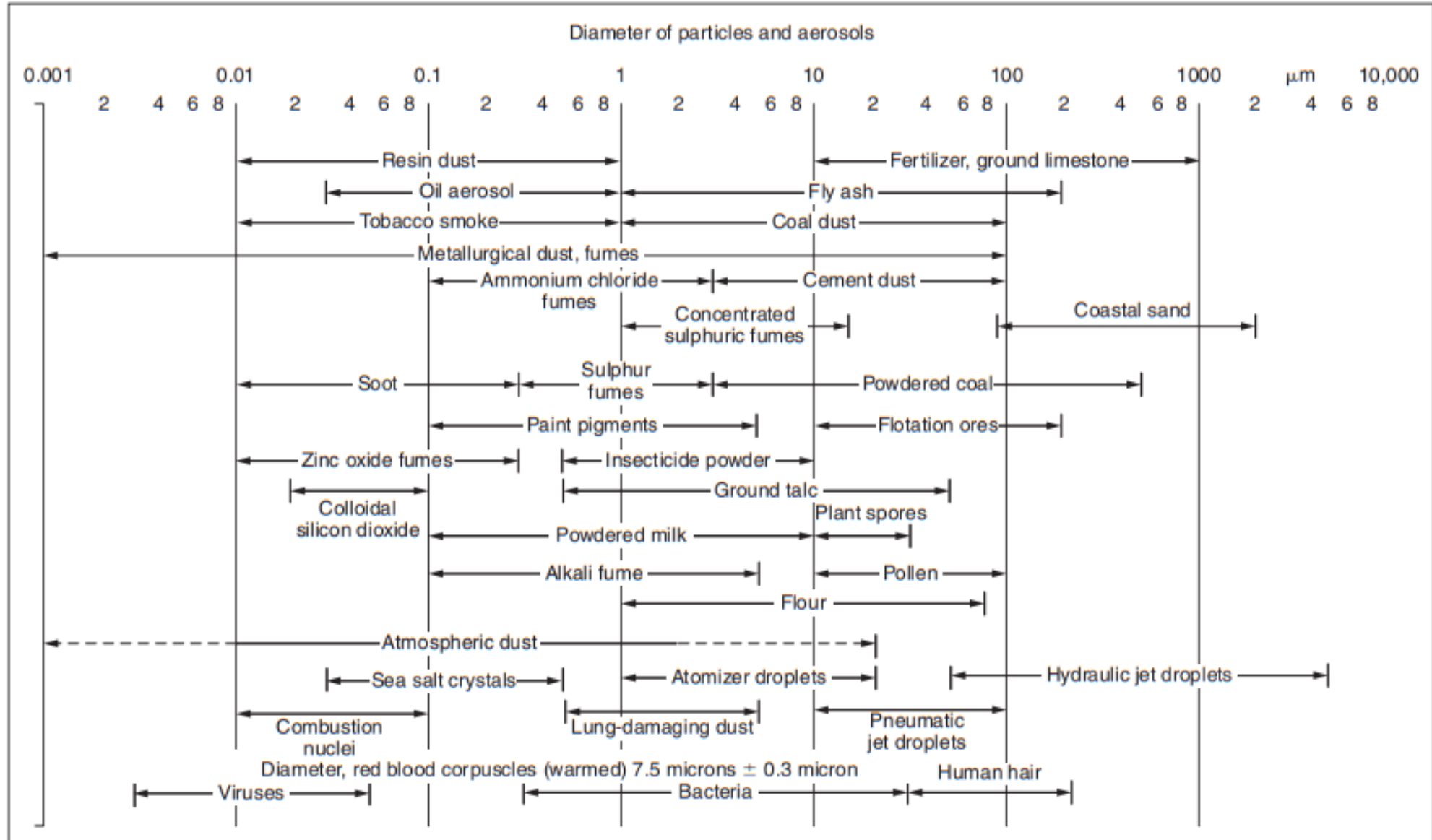


Figure 1.1 Impurities in air

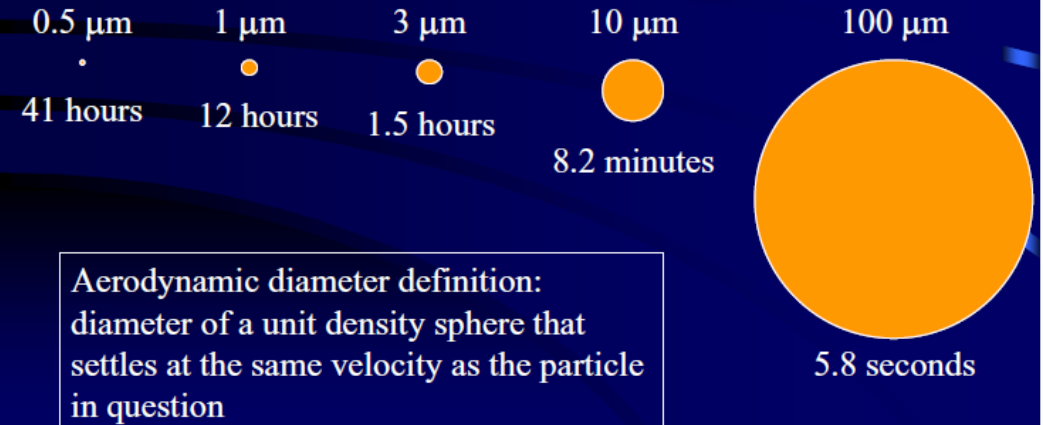
Particle Settling

Table 1.3 Approximate settling velocities in still air (normally spherical particles of $sg=1$)

Particle size μm	Settling velocity	
	m/min	ft/min
1000	245	800
600	183	600
500	150	500
400	137	450
300	122	400
200	75	250
100	18	60
90	14.5	48
80	11.5	38
70	9.0	29
60	6.5	21
50	4.5	15
40	3.0	9.5
30	1.6	5.35
20	0.7	2.33
10	0.2	0.60
5	0.045	0.15
1	0.0018	0.006
0.1	0.000018	0.00006

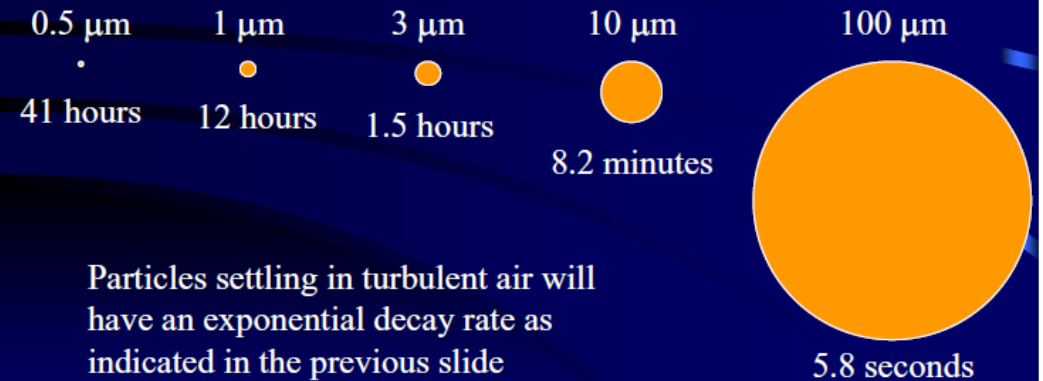
Particle Settling in Still Air

Time to settle 5 feet by unit density spheres



Particle Settling in Turbulent Air

Half-life of particles in 8 foot high room



Filtration Mechanism

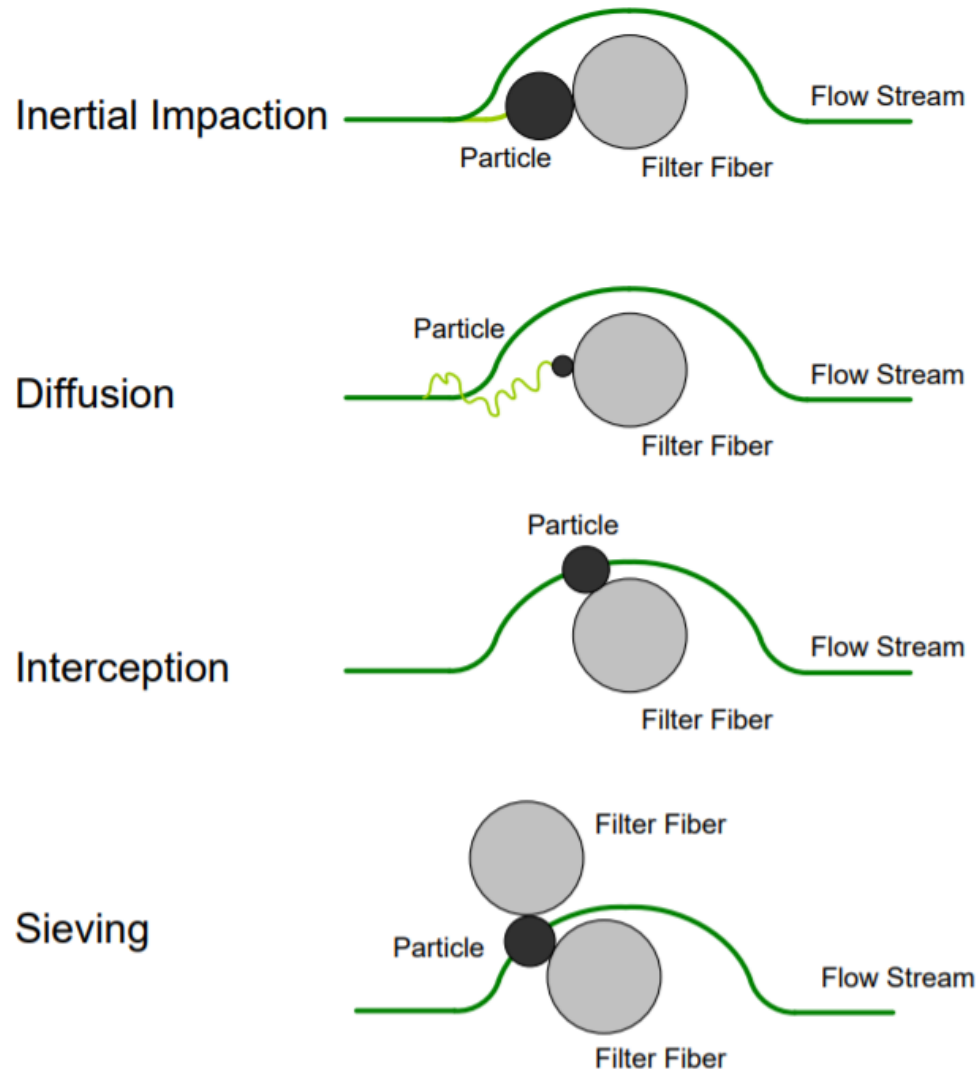


Figure 3-1. Common Filtration Mechanisms

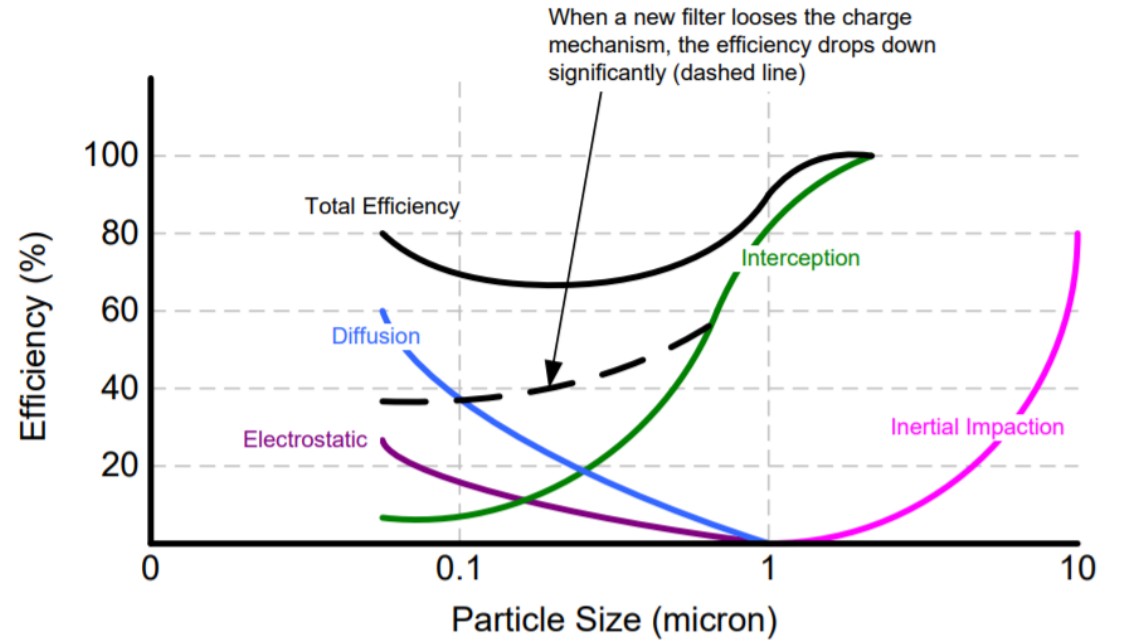
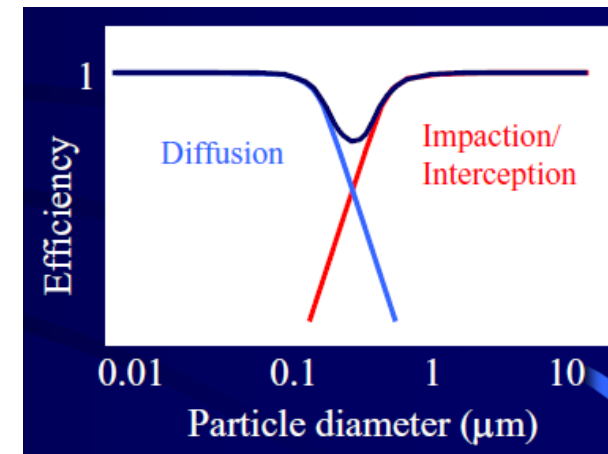


Figure 3-2. Combination of Filtration Mechanisms to Obtain Filter Efficiency at Various Particle Sizes



What will happen when fiber size change?

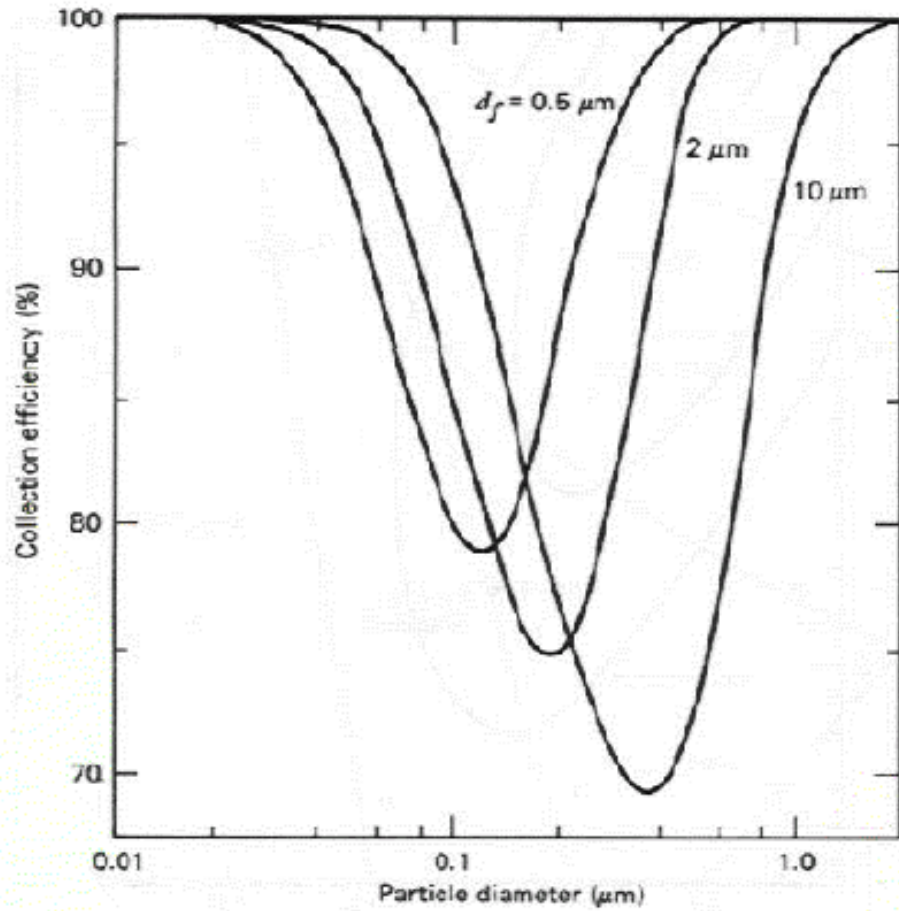


Figure 1: The effect of fiber size on filter efficiency as a function of particle sizes; filter solidity is 0.05 and face velocity is 10 cm/s. Filter thickness has been adjusted so that all three filters have the same pressure drop as calculated [9]

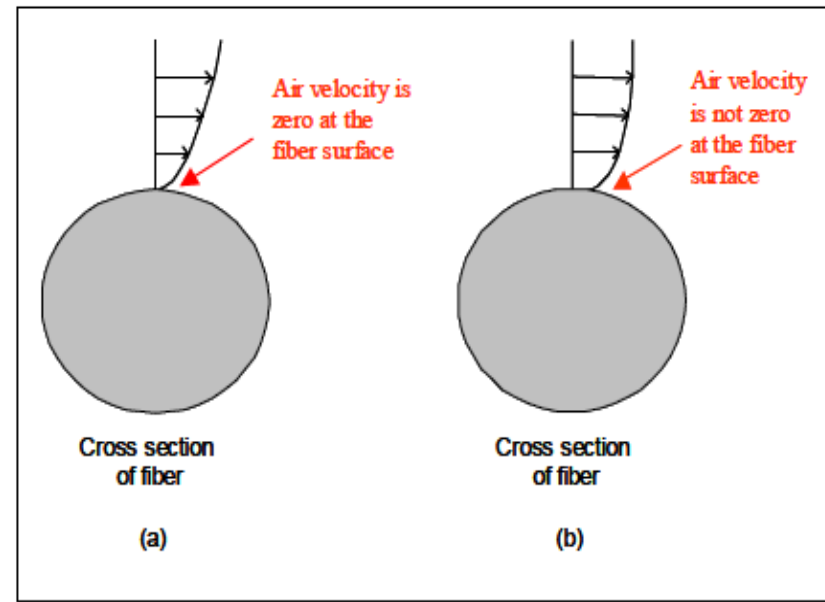
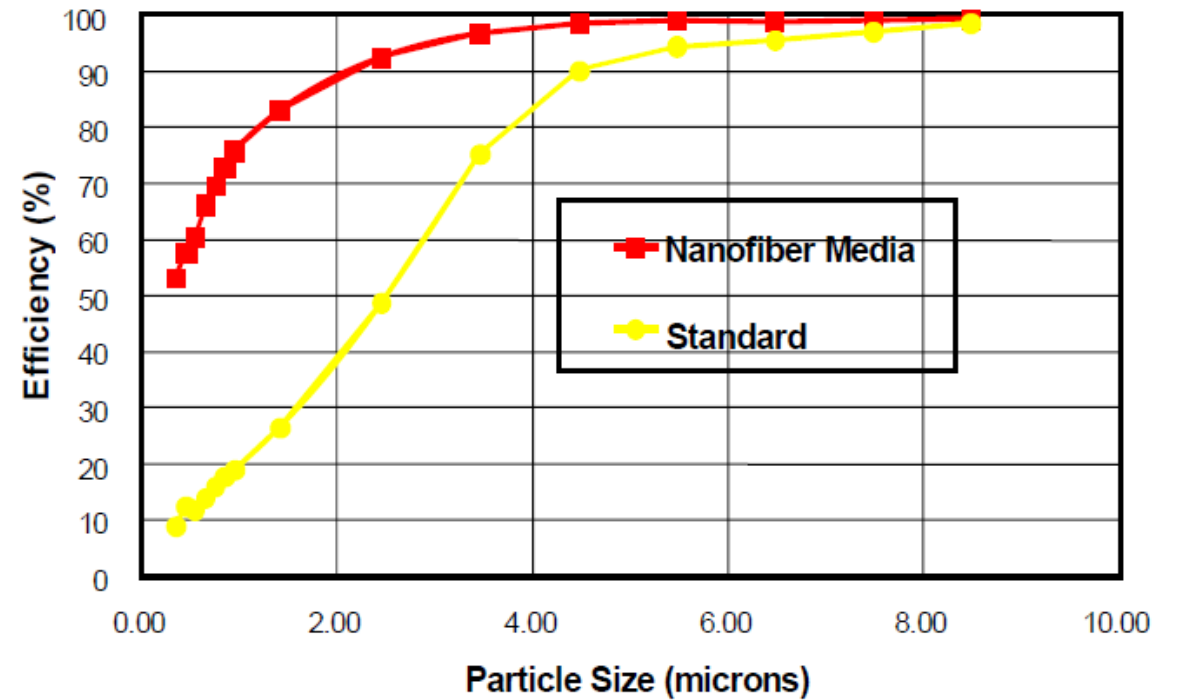


Figure 2: Velocity profiles at the fiber surface for (a) non-slip flow; and (b) slip flow



N95 mask from nanofiber



NANOFIBER SMART MASK
INTELLIGENT DESIGN WITH CUTTING-EDGE NANOTECHNOLOGY

THE ONLY MASK DEVELOPED
TO **KILL BACTERIA**
ON CONTACT...

N99
PM2.5

Nano Fibre *Technology*

ELECTROSPUN
NANOFIBERS

HIGH
PROTECTION

BACTERIAL
KILLING

HIGH
BREATHABILITY

ABILITY TO FILTER OUT 99%
OF PARTICLES AT MPPS

NELSON LABORATORIES

- Viral Filtration Efficiency (VFE)
- Bacterial Filtration Efficiency (BFE)
- Evaluation Of Antimicrobial Finishes
- Filtration Efficiency (NaCl Aerosol Test) N99 level
- Particle Filtration Efficiency (PFE)
- Breathability (Inhalation/Exhalation Resistance)
- Blood Penetration Resistance
- Flammability

SGS

- Acute Inhalation Toxicity
- Acute Oral Toxicity
- Dermal Irritation
- Toxicological Risk Assessment (TRA)

CAS

- Antibacterial Test



Nanofiber Face Mask Product



FFP1 Filtration Efficiency
80%



FFP2 Filtration Efficiency
94%



FFP3 Filtration Efficiency
99%

 <p>980 Masks/Shift</p> <p>Up to 1 Million mask per year</p>	 <p>3916 Masks/Shift</p> <p>Up to 3.7 Million masks per year</p>	 <p>7830 Masks/Shift</p> <p>Up to 7.5 Million masks per year</p>
--	--	--

- 99.9% Filtration Efficiency
- Easier Breathing
- Low Material and Labor Cost
- High Return on Investment





Textile based wearable sensor

Fabric based colorimetric sensor

Thread based colorimetric sensor

Thread based colorimetric & electrochemical sensor



Dr. Nadnudda Rodthongkum

Standard color chart for pH

as prepared	1.0	2.0	3.0	4.0
5.0	6.0	7.0	8.0	9.0
10.0	11.0	12.0	13.0	14.0

Standard color chart for lactate concentration

Lactate	0	0.5	2.5	12.5	25.0 mM
---------	---	-----	-----	------	---------

Textile sensor

Textile sensor

Talanta
Volume 192, 15 January 2019, Pages 424-430

Non-invasive textile based colorimetric sensor for the simultaneous detection of sweat pH and lactate

Nadninan Promphet ^a, Praneer Rattanawaleedirojn ^a, Krisana Siralertmukul ^a, Niphaphun Soatthiyanon ^a, Pranot Potiyaraj ^b, Chusak Thanawattano ^c, Juan P. Hinestroza ^c, Nadnudda Rodthongkum ^{a,*, R}

<https://doi.org/10.1016/j.talanta.2018.09.086>

Get rights and content

Diabetes and kidney failure diagnosis

Glucose assay Urea assay

Sample inlet

Glucose detection zone Urea detection zone

Before After
Glucose Urea Glucose Urea

1st layer: Cellulose nanofibers
2nd layer: Chitosan-graphene oxide
3rd layer: Glucose and urea assay

Glucose detection zone

Urea detection zone

Sensors and Actuators B: Chemical
Volume 321, 15 October 2020, 128549

Cotton thread-based wearable sensor for non-invasive simultaneous diagnosis of diabetes and kidney failure

Nadninan Promphet ^a, Juan P. Hinestroza ^a, Praneer Rattanawaleedirojn ^a, Niphaphun Soatthiyanon ^a, Krisana Siralertmukul ^a, Pranot Potiyaraj ^b, Nadnudda Rodthongkum ^{a,*, R}

<https://doi.org/10.1016/j.snb.2020.128549>

Get rights and content

A dual wearable sensing device

Glucose sensor

Lactate sensor

Electrochemical sensor

Colorimetric sensor

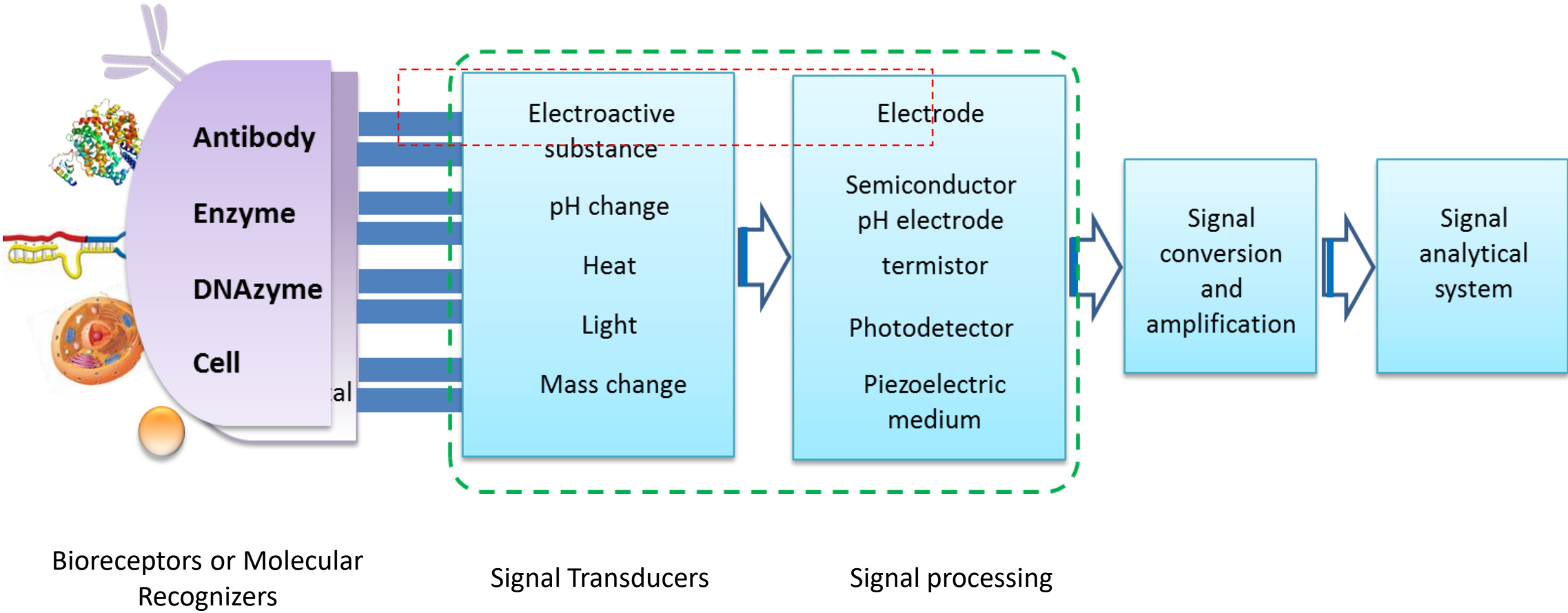
- **True blood-free** sweat diagnosis
- Small sweat sample
- Easy to use for **self-monitoring** of biomarkers
- Real-time & continuous monitoring
- Suitable for **daily life activities**

Biosensor

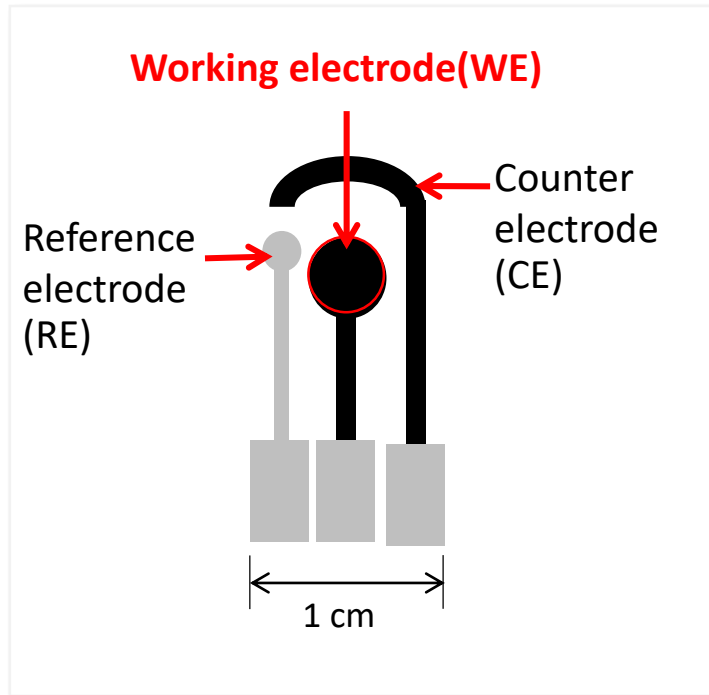
“Biosensor is an analytical device used for the detection of an analyte, that combines a biological component with a physicochemical detector”



Biosensor: Working Concept



Electrochemical sensor



Advantages

- Quantitative and qualitative analyses
- Portable field- based size
- Low cost

Problem of small electrode for biosensor

- Limited surface area of electrode
- Limited sensitivity

Electrode modification

Biosensors and Bioelectronics 52 (2014) 13–19



Contents lists available at ScienceDirect

Biosensors and Bioelectronics

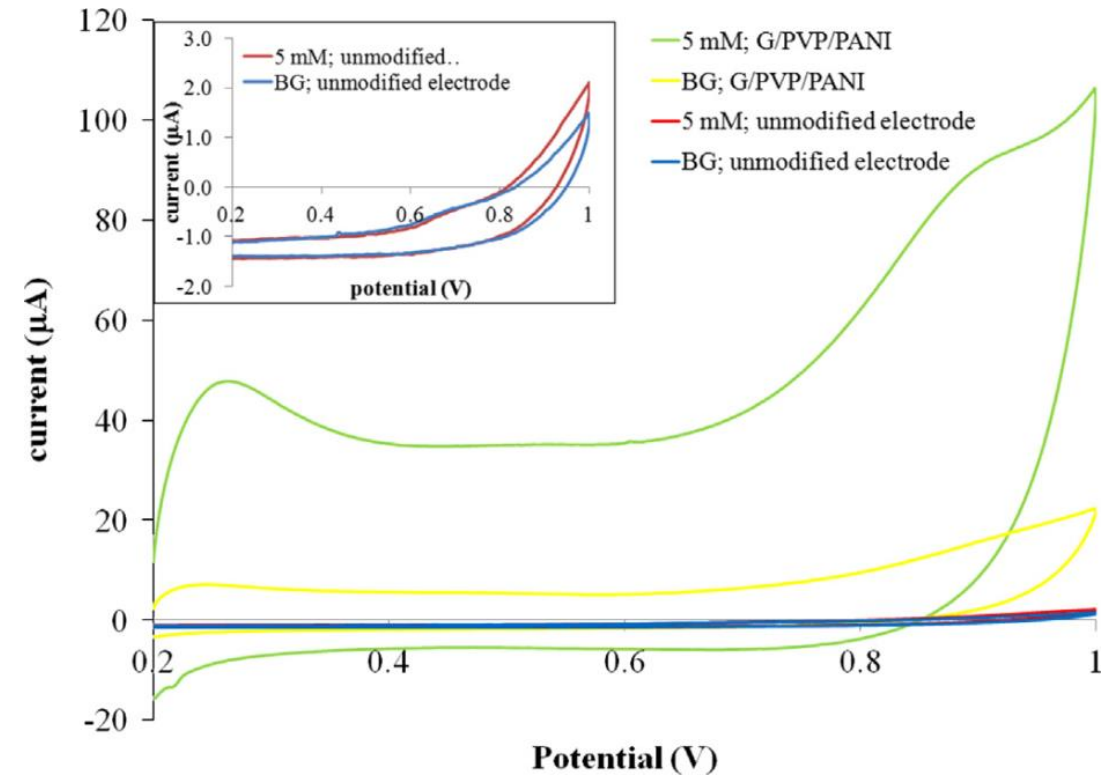
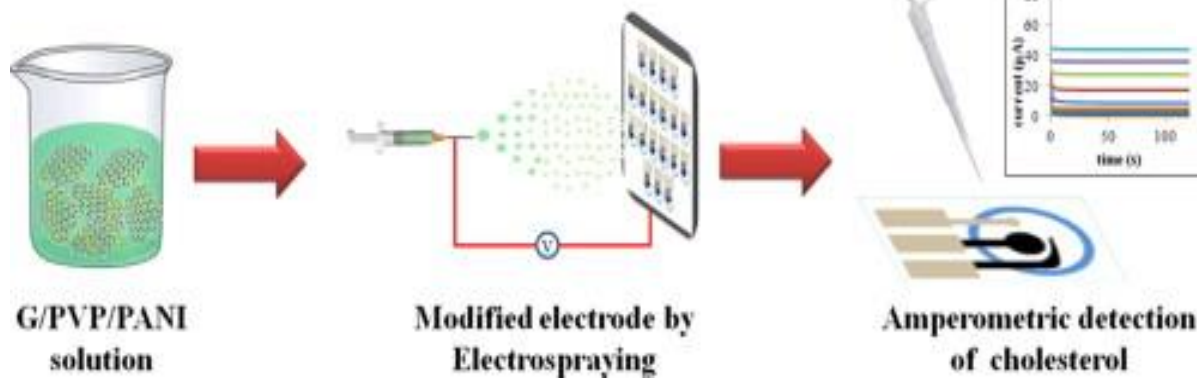
journal homepage: www.elsevier.com/locate/bios



Novel paper-based cholesterol biosensor using graphene/polyvinylpyrrolidone/polyaniline nanocomposite

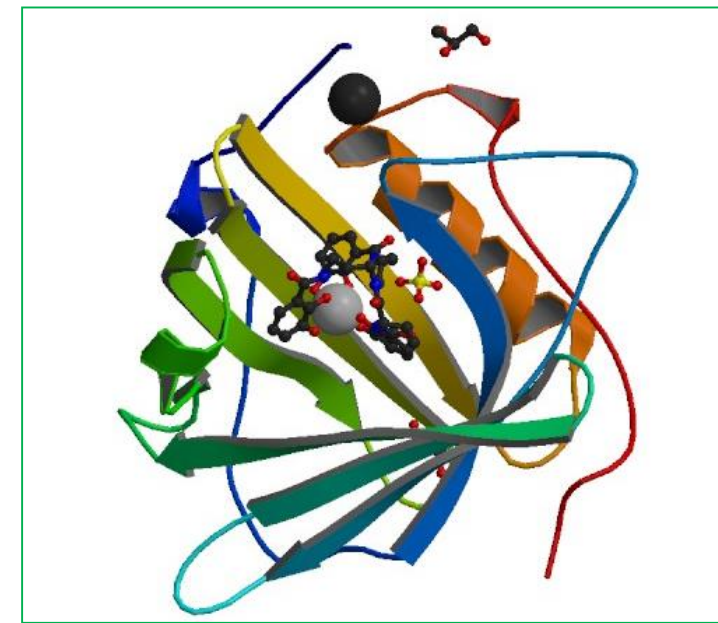


Nipapan Ruecha^a, Rattapol Rangkupan^{b,c}, Nadnudda Rodthongkum^{b,*},
Orawon Chailapakul^{d,e,***}



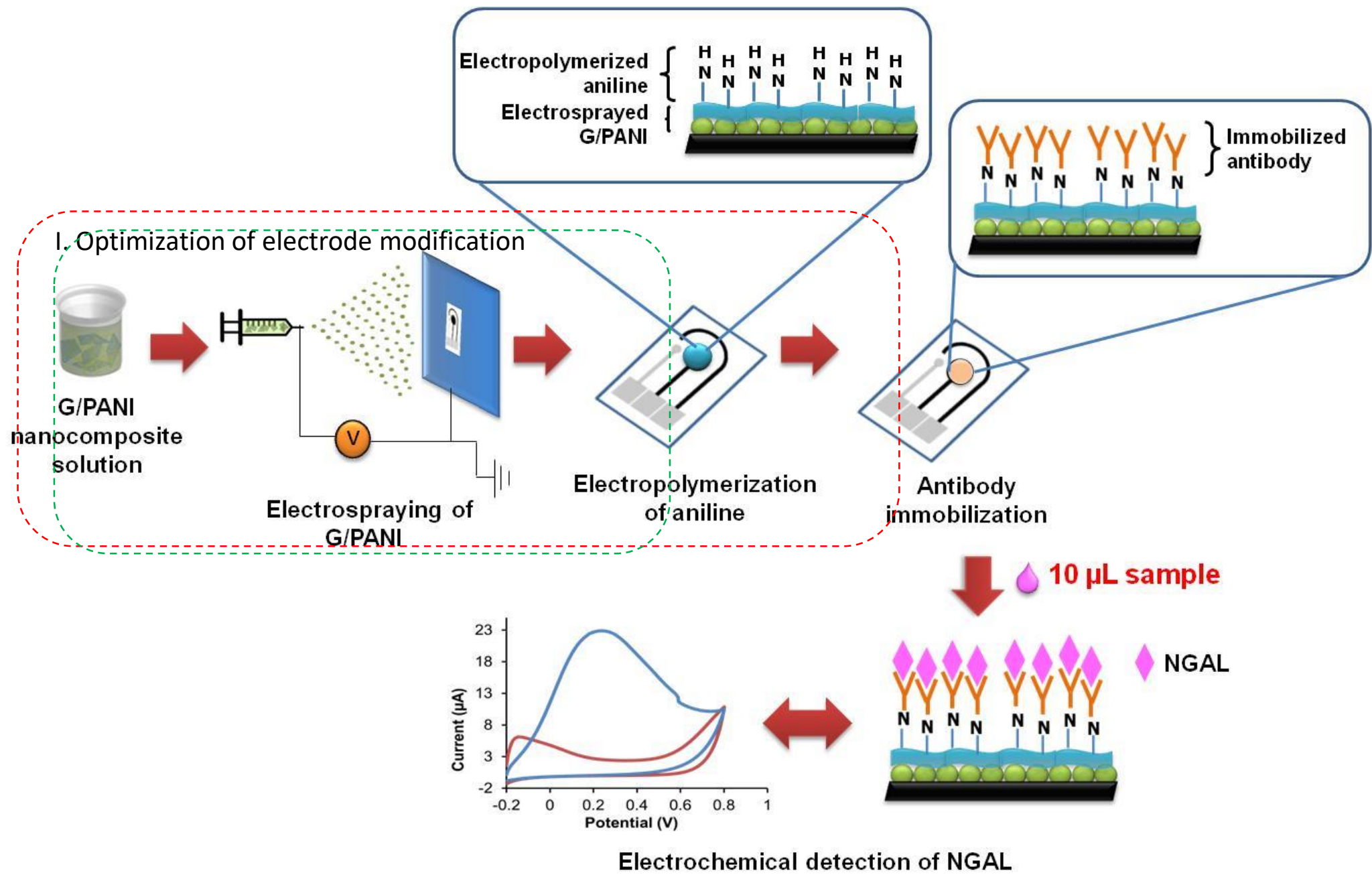
Acute kidney injury (AKI)

- ✓ AKI has been reported in 5 to 7% of hospitalized patients with a serious complication.
- ✓ AKI is diagnosed by determination of serum creatinine (SCr).
- ✓ SCr will not be significantly changed until at least 50% of kidney function has lost.
- ✓ NGAL is one of the most promising biomarkers for diagnosis of AKI.



Target Molecules: Neutrophil gelatinase-associated lipocalin (NGAL)

- NGAL is the most promising novel AKI biomarker, easily detected in the blood and urine.
- NGAL is useful for early diagnosis and prediction the severity of AKI.
- NGAL rises significantly in acute kidney injury patients.



RESULTS Determination of NGAL

- Normal human urine

Added (ng/mL)	Found (ng/mL)	Recovery (%)
100	97.45 ± 0.98	97.45
200	208.73 ± 1.41	104.37
400	413.4 ± 2.12	103.25

- AKI patient urine sample

Patient urine sample	ELISA (ng/mL)	Found (ng/mL)	Recovery (%)
1	200	199.50 ± 13.47	99.75
2	1645	1642 ± 14.67	93.51

➤ Electropolymerized aniline on G/PANI nanodroplet modified electrodes were successfully prepared and used for the sensitive determination of NGAL protein.

➤ A linear relationship was found in a range of 50-500 ng/mL and LOD and LOQ were found to be 21.13 ng/mL and 70.44 ng/mL, respectively.

➤ The proposed system was successfully applied for the determination of NGAL in normal human urine and AKI patient urine samples.

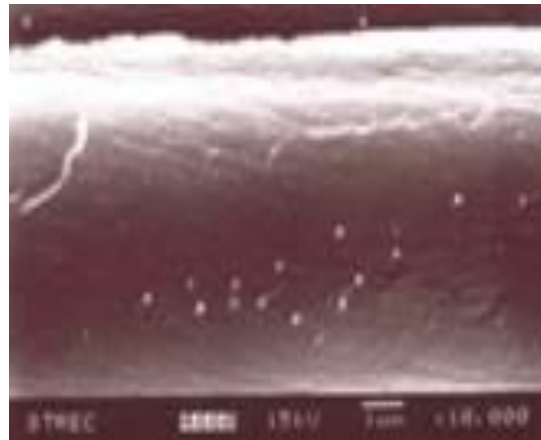
➤ Our proposed system might be an alternative tool for early diagnosis of AKI.



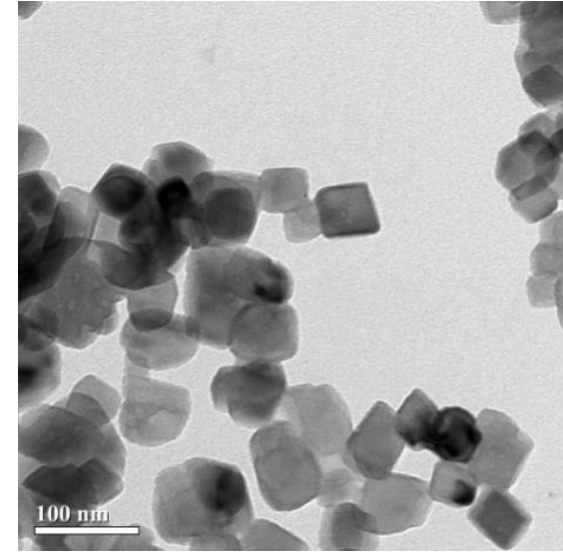
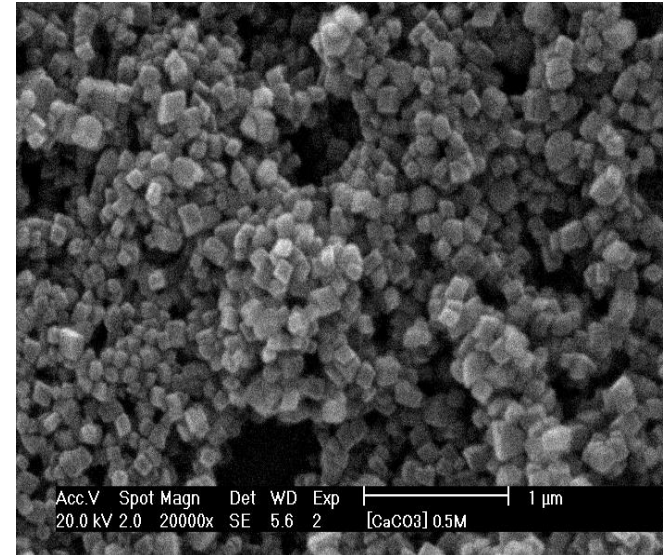
การผลิตอนุภาคนาโนโลหะและอโลหะ (เงิน ทอง แคลเซียมคาร์บอเนต ซิงค์ออกไซด์)



แผ่นปิดแผล (wound dressing)



ผ้าพันแผล (gauze)



Cube shape particles, 40-70 nm

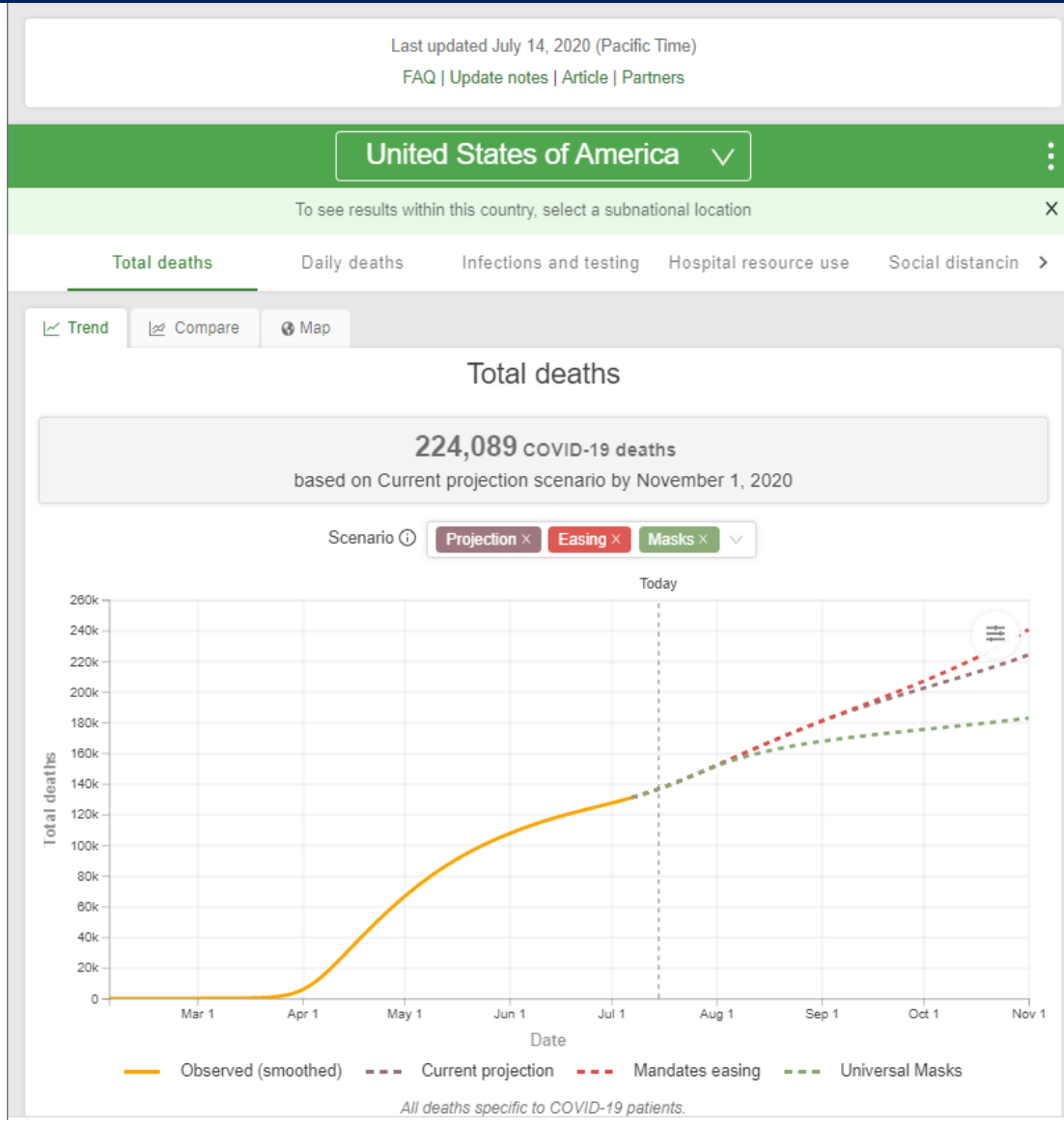
การใช้ประโยชน์

- อุตสาหกรรมกระดาษ ยาและเครื่องสำอาง
- การปรับปรุงคุณสมบัติของพลาสติก
- ส่วนผสมในสารเคลือบและกาว

ผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์

ที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันการติดเชื้อในผู้ป่วยและมีความปลอดภัยต่อการใช้งาน

Useful Resources during COVID-19 Pandemic



<https://covid19.healthdata.org/thailand>

Useful Resources during COVID-19 Pandemic

[Home](#)[Results](#)[News & Events](#)[Projects](#)[Get Involved](#)[About](#)

About IHME

ABOUT IHME

Racism is a public health issue.

[Our Principles](#)

[Faculty](#)

[Senior Management Team](#)

[Governance](#)

[History](#)

[GHDx](#)

[Terms and Conditions](#)

[Contact Us](#)

SIGN UP FOR IHME NEWS



The Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME) is an independent population health research center at UW Medicine, part of the University of Washington, that provides rigorous and comparable measurement of the world's most important health problems and evaluates the strategies used to address them. IHME makes this information freely available so that policymakers have the evidence they need to make informed decisions about how to allocate resources to best improve population health.



World Map

U.S. Map

Critical Trends

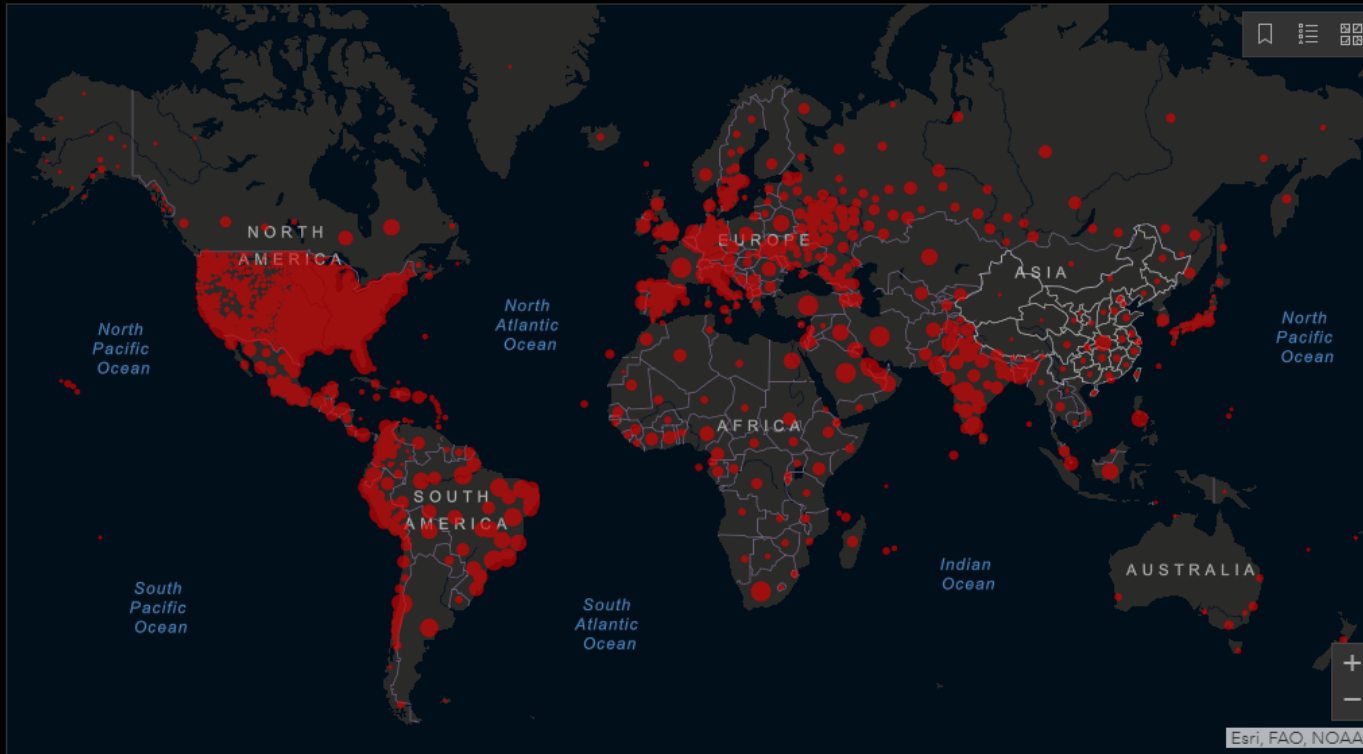
COVID-19 Dashboard by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University (JHU)

Total Confirmed

13,323,530

Confirmed Cases by Country/Region/Sovereignty

- 3,431,574 US
- 1,926,824 Brazil
- 936,181 India
- 738,787 Russia
- 333,867 Peru
- 319,493 Chile
- 311,486 Mexico
- 298,292 South Africa
- 292,931 United Kingdom
- 262,173 Iran
- 256,619 Spain
- 255,769 Pakistan
- 243,344 Italy



Cumulative Confirmed Cases Active Cases Incidence Rate Case-Fatality Ratio Testing Rate Hospitalization Rate

188

countries/regions

Lancet Inf Dis Article: Here. Mobile Version: Here. Lead by JHU CSSE. Technical Support: Esri Living Atlas team and JHU APL. Financial Support: JHU and NSF. Resource support: Slack, Github and AWS. Click here to donate to the CSSE dashboard team, and other JHU COVID-19 Research Efforts. FAQ. Read more in this blog. Contact US.

Global Deaths

578,628

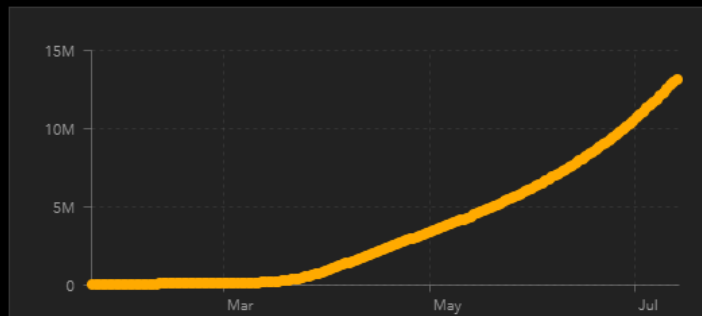
- 136,466 deaths US
- 74,133 deaths Brazil
- 45,053 deaths United Kingdom
- 36,327 deaths Mexico
- 34,984 deaths Italy
- 30,032 deaths France

Global Deaths Global Recovered

US State Level Deaths, Recovered

- 32,408 deaths, 71,692 recovered New York US
- 15,582 deaths, 31,318 recovered New Jersey US
- 8,340 deaths, 94,347 recovered Massachusetts US
- 7,419 deaths, recovered Illinois US
- 7,250 deaths, recovered California US
- 6,931 deaths, 74,436 recovered Pennsylvania US

US Deaths, Recovered



Confirmed Logarithmic Daily Cases

https://coronavirus.jhu.edu/map.html



รับสมัครนิสิตใหม่ระดับปริญญาโท-เอก

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิตและเทคโนโลยี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคปลายรับสมัครตั้งแต่ 1 ก.ย. – 15 พ.ย. 2563

**** มีทุนอุดหนุนการศึกษาสำหรับผู้ผ่านเกณฑ์การรับทุน ****

สมัครผ่านระบบออนไลน์ของบัณฑิตวิทยาลัย

www.grad.chula.ac.th

รายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับหลักสูตร

<http://www.nanosci.grad.chula.ac.th>

ติดต่อสอบถาม

Miss Suladda Prachanklang

Tel: 0-2218-4231 Fax: 02-218-4231

E-mail: Suladda.P@chula.ac.th

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิตนาโนและเทคโนโลยี

1. หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

1.1 แบบ course work

1.2 แบบ non course work (ประสบการณ์ทำงานอย่างน้อย 2 ปี)

- เรียนป.โทได้ โดยไม่ต้องลางาน ทำวิจัยที่โรงงานได้
- เน้นงานวิจัย (Non-course work) ไม่จำเป็นต้องลงเรียนรายวิชา
- ใช้โจทย์อุตสาหกรรมเป็นหัวข้อวิทยานิพนธ์

2. หลักสูตรวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต

2.1 แบบ course work

2.2 แบบ non course work (ประสบการณ์ทำงานอย่างน้อย 3 ปี)

Q & A

