

出國報告（出國類別：會議）

**第 23 屆國際營養大會  
（ 23th International Congress of Nutrition,  
IUNS-ICN2025 ）**

服務機關： 衛生福利部國民健康署

姓名職稱： 林宜靜組長

杜欣恬約用專業人員

呂宜苓約用專業人員

派赴國家/地區：法國巴黎

出國期間：114 年 8 月 22 日至 114 年 8 月 31 日

報告日期：114 年 11 月 24 日

本出國經費由菸品健康福利捐支應

# 目錄

|                                         |    |
|-----------------------------------------|----|
| 摘要.....                                 | 2  |
| 壹、目的.....                               | 3  |
| 貳、過程.....                               | 4  |
| 參、第23屆國際營養大會重點摘要.....                   | 5  |
| 一、大會議程.....                             | 5  |
| 二、開幕致詞與主題演講.....                        | 5  |
| 三、閉幕致詞與主題演講.....                        | 9  |
| 四、全體會員演講(Plenary lectures) .....        | 12 |
| 五、科學研討會(Scientific Symposium).....      | 21 |
| A.非傳染性疾病(Noncommunicable disease) ..... | 21 |
| B.營養建議的未來發展 .....                       | 35 |
| C.全生命期的公共衛生與營養 .....                    | 40 |
| D.精準營養與臨床營養 .....                       | 50 |
| E.氣候變遷、永續與營養 .....                      | 62 |
| F.食品科學、飲食文化與生活品質 .....                  | 67 |
| G.全球健康與地球營養 .....                       | 69 |
| 六、專題演講.....                             | 82 |
| 肆、心得與建議.....                            | 89 |
| 附錄一 本次口頭報告簡報.....                       | 90 |
| 附錄二 本次投稿海報.....                         | 99 |

## 摘要

2025 年第 23 屆國際營養大會(The 23th International Congress of Nutrition, IUNS-ICN 2025) 於 8 月 24 日至 29 日在法國巴黎國際會議中心(Palais des Congrès de Paris)舉行。主辦單位是營養科學國際聯盟(International Union of Nutritional Sciences, IUNS)，承辦單位是法國營養科學會(Société Française de Nutrition, SFN)、法國營養聯合會(French Federation of Nutrition, FFN)、歐洲營養學會聯合會(Federation of European Nutrition Societies, FENS)。大會主題是「永續食品促進全球健康」(Sustainable Food for Global Health)。本屆大會規模龐大，涵蓋八大營養領域，包含 7 場全體專題講座(Plenary)、155 場科學研討會(Scientific Symposium)、36 場專題演講(Special lecture)、31 場午餐研討會(Luncheon Seminar)，以及 68 場口頭論文發表(Oral Abstract Presentation)、46 場簡短口頭論文發表(Short Oral Abstract Presentation)，同時提供各議題電子海報展示，共發表 2,415 篇摘要，其中 1,493 篇為電子海報。並有學協會之 22 個攤位展示。本次會議有來自 117 多國，超過 3,800 人參加。

本署以投稿獲選一篇口頭報告(國人全穀類食物攝取行為與其飲食信念相關性研究，Association Between Whole Grain Consumption Behaviors and Its Dietary Beliefs in Taiwan)，及一篇海報展示(藉由國民營養健康調查探討國人飲食型態與糖尿病之相關，Exploring the Association Between Dietary Patterns and Diabetes Among the Population Through the Nutrition and Health Survey in Taiwan)，與全球與會者分享我國在健康促進領域之經驗與啟示外，並希望藉由參與本屆會議達到學習飲食與營養新知與趨勢，以利於增進我國健康飲食與營養促進領域發展，接軌參與世界健康促進事務。

## 壹、目的

本次旨在參與「第 23 屆世界營養大會」(The 23th International Congress of Nutrition, IUNS-ICN 2025)，瞭解營養政策與研究之國際趨勢與進展，並透過論文發表分享台灣經驗，與各國學者進行交流。

營養科學國際聯盟(International Union of Nutritional Sciences, IUNS)是 1948 年成立的全球科學組織，致力於透過國際合作推動營養科學、研究與教育。它作為一個平台，促進來自超過 85 個國家的國家科學機構之間的合作，促進跨學科和跨國界的對話與知識交流，並與包括聯合國機構在內的全球夥伴緊密合作，應對全球迫切的營養挑戰。其主要目標包括：透過全球合作促進營養科學、研究與發展的進步；鼓勵營養科學家之間的溝通與合作；利用現代通訊技術傳播營養知識。

IUNS 每四年會舉行世界營養大會，吸引來自世界各地的營養、食品、公共衛生等領域專家、學者和政策制定者，分享最新的研究成果和實踐經驗。透過參與本次年會，掌握歐美先進國家的最新政策與研究趨勢。本署投稿論文獲選一篇口頭報告(國人全穀類食物攝取行為與其飲食信念相關性研究，Association Between Whole Grain Consumption Behaviors and Its Dietary Beliefs in Taiwan)，及一篇海報展示(藉由國民營養健康調查探討國人飲食型態與糖尿病之相關，Exploring the Association Between Dietary Patterns and Diabetes Among the Population Through the Nutrition and Health Survey in Taiwan)，藉此會議與全球與會者分享我國在營養政策與研究領域之經驗與啟示外，並希望藉由參與本屆會議達到學習飲食與營養新知與趨勢，以利於增進我國健康飲食與營養促進領域發展，接軌參與世界健康促進事務。

## 貳、過程

### 一、參訪行程表

日期：2025 年 8 月 22 日(星期五)至 8 月 31 日(星期日)

| 日期（臺灣時間） | 參訪行程                                     |
|----------|------------------------------------------|
| 8/22(五)  | 自臺灣桃園機場出發前往法國巴黎                          |
| 8/23(六)  | 抵達法國巴黎戴高樂機場、準備與會發表事宜及至會場場勘               |
| 8/24(日)  | 2025 年第 23 屆國際營養大會開幕式(正式會議第 1 日)         |
| 8/25(一)  | 參加第 23 屆國際營養大會(正式會議第 2 日)，電子海報展示。        |
| 8/26(二)  | 參加第 23 屆國際營養大會(正式會議第 3 日)                |
| 8/27(三)  | 參加第 23 屆國際營養大會(正式會議第 4 日)                |
| 8/28(四)  | 參加第 23 屆國際營養大會(正式會議第 5 日)                |
| 8/29(五)  | 參加第 23 屆國際營養大會(正式會議第 6 日及閉幕典禮<br>論文口頭報告。 |
| 8/30(六)  | 自法國戴高樂機場搭機返回臺灣                           |
| 8/31(日)  | 抵達臺灣桃園機場                                 |

### 二、出國人員：

本署監測研究及教育訓練組林宜靜組長、杜欣恬約用專業人員、呂宜苓約用專業人員。



# 參、第 23 屆國際營養大會重點摘要

## 一、大會議程

本年度大會是由營養科學國際聯盟(International Union of Nutritional Sciences, IUNS)、法國營養科學會(Société Française de Nutrition, SFN)、法國營養聯合會(French Federation of Nutrition, FFN)、歐洲營養學會聯合會(Federation of European Nutrition Societies, FENS)聯合辦理。於 2025 年 8 月 24 日至 29 日在法國巴黎國際會議中心舉行。

大會主題是「永續食品促進全球健康」(Sustainable Food for Global Health)。學術研討活動包括 8 個營養趨勢議題：「營養建議的未來發展」(The Future of Nutrition Recommendations)、「氣候變遷、永續與營養」(Climate Change, Sustainability and Nutrition)、「食品科學、飲食文化與生活品質」(Food Science, Gastronomy and Life Quality)、「全球健康與地球營養」(Global Health and Planetary Nutrition)、「全生命期的公共衛生與營養」(Public Health and Nutrition Throughout Life Cycle)、「非傳染性疾病」(Non-Communicable Diseases)、「精準營養與臨床營養」(Precision and Clinical Nutrition)、「基礎營養研究」(Basic Research in Nutrition)等。以專題講座、研討會、口頭交流和海報的形式進行討論。

6 天大會期間，除開幕與閉幕活動、IUNS 獎頒獎典禮外，主題演講部分，計有 7 場全體專題講座(Plenary)、155 場科學研討會(Scientific Symposium)、36 場專題演講(Special lecture)、31 場午餐研討會(Luncheon Seminar)，以及 68 場口頭論文發表(Oral Abstract Presentation)、46 場簡短口頭論文發表(Short Oral Abstract Presentation)，同時提供各議題電子海報展示及學協會之攤位展示。

以下就與會人員參與之各講座重點，整理概述。

## 二、開幕致詞與主題演講

### (一)開幕致詞

大會主席 Jacques Delarue 在開幕致詞中，首先代表主辦方——國際營養科學聯盟(IUNS)向協助共同辦理的法國營養聯合會、法國營養學會、歐洲營養學會聯合會表達感謝，IUNS 匯集了全球 85 個成員組織，代表了一個多元且具影響力的國際營養專家社群。也特感謝國際科學委員會、國際委員會及所有講者、摘要投稿者與審稿人，這些團隊的付出，確保了大會的高學術水準與廣泛代表性，同時感謝贊助單位。

本屆大會規模龐大，包含數百場會議、近 3 千篇摘要，涵蓋八大營養領域，核心主題聚焦於「永續食品促進全球健康」。這不僅體現營養學在科研上的突破，也呼應了全球健康、環境永續與社會公平的挑戰，而科學是大會的核心，主席提出「參與式、規範式、個性化與預

防式」四大方向，呼籲推動精準營養與個人化健康，同時跨越學科與文化，與政策制定者、農民、科學界及民間社會共同合作。本次會議有來自約 120 國，超過 3,000 人參加，期待這次會議不僅僅是科學研究的交流，更是跨文化、跨領域合作的重要契機，希望大家積極參與、彼此連結，並珍惜這一週的經驗。

法國衛生部長 Yannick Neuder 致詞表示，營養自古以來就是健康生活的核心，希波克拉底曾強調「食物是第一良藥」。然而，不良飲食——無論是過量或不足、過油膩、過甜、過鹹或過於單一，都代表營養失衡，是導致多種慢性病的主要風險因子之一。今天，非傳染性疾病，如糖尿病、肥胖症與心血管疾病，已成為全球超過七成過早死亡的原因。在法國，約有八百六十萬人被認定為肥胖，四百萬人患有糖尿病。這些數字凸顯，雖然許多疾病可以透過預防避免，但情況依然嚴峻，因此飲食與身體活動的預防工作，是當前迫切的公共衛生議題。作為衛生部長與醫師，他強調必須採取一切措施，確保全民能獲得健康、永續且高品質的食物，並從兒童時期起就養成良好的飲食與生活習慣，持續到一生。法國已推出多項策略和公共政策，以實際行動回應這一全球性課題，包括：新版《國家營養與健康計畫》，強調以植物為主的飲食建議，改善久坐不動的生活方式並營造更健康的飲食環境。與教育部和體育部合作推動「動起來，吃得更好」國家方案，目標是在所有小學落實每天三十分鐘身體活動，並將營養教育全面納入兒童教育體系。法國將持續推動更多更具開創性的營養和健康飲食計畫。

## (二)專題演講

**主題：What data and evidence is telling us about why we must invest in nutrition.**

**(哪些數據和證據告訴我們為什麼我們必須投資於營養)**

**演講者：Afshan Khan (Scaling Up Nutrition(SUN) Movement 理事長和 ONU 代表)**

A. Khan 首先回顧「太陽運動」(Scaling Up Nutrition, SUN)的發展歷程。該運動由聯合國秘書長於 2010 年倡議，旨在凝聚政府、民間團體、發展夥伴與學術界的力量，共同消除各種形式的營養不良，至今已有 67 個國家參與，並設立學術網絡，發展在地化科學實證，推動因地制宜的政策，這也使得營養在缺乏政治重視的年代，能夠逐漸被納入全球公共議程。

營養對人的影響幾乎遍及所有面向。孕期與幼兒期的充足營養，直接決定了兒童的發育、認知能力以及成年後的生產力。忽視營養，就等於削弱未來人力資本，進而限制經濟與社會穩定的潛力。然而當前營養危機與全球多重挑戰緊密交織。氣候變遷、生態破壞、經濟動盪與武裝衝突正在使營養不良更形惡化。糧食甚至被用作戰爭武器，加薩地帶的情況便是明顯例證：超過五十萬人面臨飢荒，兒童首當其衝，飢餓與可預防死亡急劇增加。

而大量數據也顯示問題的嚴峻性。全球有 1.5 億五歲以下兒童發育遲緩，4,280 萬人消瘦，3,550 萬人超重。15 至 49 歲女性的貧血盛行率從 27.6%上升至 30.7%，成人肥胖率則從 12.1%上升至 15.8%。食品價格上漲亦加劇困境：2021 至 2024 年間全球食品價格不斷攀升，估算顯示食品價格每增加 10%，兒童消瘦率上升可達 2.7%至 4.3%，嚴重消瘦更可上升 4.8%

至 6.1%。這些數字提醒我們，營養不良不只是健康問題，更是整個糧食系統從生產到消費各環節失衡的結果。

另外，當前營養挑戰還包含錯誤訊息的危機。隨著社群媒體影響力增加，營養相關的不實資訊氾濫。以抖音為例，僅 2% 的營養影片有科學根據。這種情況削弱了大眾的信任，也使科學建議難以落實。尤其當弱勢群體成為商業推廣的目標時，風險更高，例如母乳替代品的行銷，往往削弱了母乳哺育的推廣。她因此呼籲，必須加強營養素養與科學傳播，建立能傳遞可信資訊的平台，讓證據在公共領域佔據應有地位。

當然也有一些正向的進展。母乳哺育的推廣與純母乳哺育率的提升，帶來了實際效益，有助於降低兒童營養不良與成年後的慢性病風險。在部分地區，兒童消瘦率下降，顯示營養政策介入能產生效果，例如加納、秘魯等國的案例，說明營養可以透過衛生、教育、社會保障及糧食系統等多部門協作，獲得更大成效。

投資營養的效益驚人。世界銀行數據顯示，每投資 1 美元於營養，就能帶來 23 美元的回報。這些效益來自於提升生產力、減少醫療支出與增強社會韌性。然而，全球在營養上的官方發展援助卻依舊不足，僅占總額不到 1%。且未來營養資源投入的前景堪憂，預計至 2028 年可能比現有水平下降 44%。在資源有限、危機加劇的背景下，營養投資面臨邊緣化的風險，這將使數百萬可避免的兒童死亡成為現實。

針對解決之道，A. Khan 提出國家主導的各利益關係方平台是一個可行而有效的模式。這些平台使政府能設定政策優先順序，同時協調學界、民間、私部門與發展夥伴，建立信任與問責機制。

營養不是單純的技術性問題，而是一個政治選擇與道德責任。若忽視營養，將拖累人類潛能、經濟發展與和平前景；但若投資營養，特別是在生命最初 1000 天，則能為更智慧、更健康、更有韌性的社會奠基。她呼籲各國領導人、政策制定者、學者、發展夥伴與公民社會攜手合作，將科學知識轉化為具體政策與持久投資，確保營養成為全球韌性與發展的核心支柱。

### **(三)專題演講**

**主題：Evidence, Policy, and Action: Advancing Healthy and Sustainable Diets Globally**

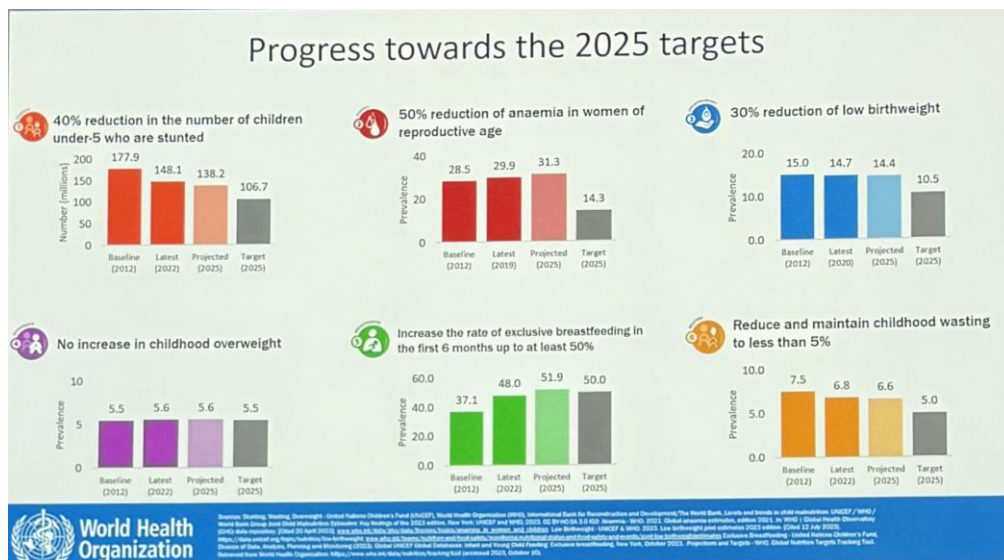
**(以證據驅動的政策與行動，捍衛全球健康與永續飲食)**

**演講者：Luz María De Regil (Director of the Department of Nutrition and Food Safety at the World Health Organization)**

世衛組織代表 L.Regil 指出，全球營養正處關鍵轉折。世界衛生大會雖已把六項全球營養目標自 2025 延至 2030 年，但其中四項仍偏離軌道：女性貧血未見改善、兒童消瘦與發育遲緩風險在多重衝擊下恐再惡化、成人與兒童肥胖攀升。唯一可圈可點的是純母乳哺育率自



2012 年的 37% 提升至 2025 年的 52%，超越 50% 目標，顯示當政府、學術與民間社會協同、並抑制替代品不當行銷時，便能以證據推動可衡量的進步。她據此主張把 2030 年母乳哺育率的雄心調高至 60%，同時明確將兒童肥胖壓低到 5% 以下，因為兒童期肥胖是成年肥胖與多數非傳染性疾病（NCD）的關鍵前因。



她重申世衛「健康飲食」四原則——充足、均衡、多樣與適度——但坦言落地最大的障礙來自食物環境的「商業決定因素」。市場上最易取得、最可負擔、行銷最密集的食品，往往不是健康選項。超加工食品（UPF）近十五年在全球快速擴張，與多種 NCD 風險相關，並引發生物多樣性喪失、包裝廢棄物與溫室氣體排放等外部成本。世衛正在制定 UPF 的可操作定義與消費上限指南（預計 2027 年完成），以便各國據以監測與管制。同時，她提醒對動物性食品的評估須採風險—效益視角：在部分人群中它是關鍵營養來源，但目前全球總量普遍偏高，與地球承载力不相容。世衛將於明年提出動物性食品攝取建議與向植物性飲食轉型的工具包，協助各國依人口營養、環境與文化脈絡作出平衡決策。

在政策途徑上，L.Regil 表示，反對「單一目標、單一措施」的線性思維，主張以「一體健康」（One Health）與跨部門一致性設計政策組合，讓單一行動同時服務多個目標。她以將「最低膳食多樣性」納入永續發展流程指標為例：當衛生、教育、農業與社會保護共同對齊，同步提升兒童與婦女的膳食多樣性，就可同時拉動肥胖與高血壓的預防、改善學校膳食與在地食材供應，形成多贏。她點名一籃子高性價比措施：限制對兒童的不當食品行銷；對含糖飲料與高脂、高糖、高鈉產品課稅並將稅收回流學校與社區膳食；對健康食材與願意轉型的生產者提供補貼與融資；推動前包裝營養標示；活用政府採購力量引導市場供給。這些工具在多國證實可行，但規模化有賴嚴謹監測、與財政部門的「收益分配」對話，以及衛生—農業—氣候政策的目標對齊。

然而知識與資金配置的不對稱正在侵蝕公共利益：面對行銷資本的強力滲透，可靠營養資訊在公共空間的占比反而縮小，錯誤訊息干擾選擇與政策。因而需要強化營養素養與科學傳播，支持能放大「可信聲音」的平台。同時，聯合國「營養行動十年」延長至 2030 年，顯

示政治意願提升，但欲讓政策落地，仍需從「證據—政策—執行—監測」形成閉環，避免短期、零散與重複的專案化援助。

L.Regil 呼籲學界與民間社會深化 UPF 與動物性食品在健康與環境面的縱深研究，產出可在地落地的證據，並以專業與道德勇氣，直面「利潤高於公共健康」的艱難對話。當前挑戰並非「是否有更多食物」，而是「如何讓全民吃得更好」：以證據為本的政策組合、跨部門政策一致性與社會動員，才能同時強化人類健康、地球韌性與經濟公平，讓營養真正成為驅動永續發展的核心槓桿。她以此勉諸與會各界——把知識化為行動，把行動做成制度，讓 2030 年的目標成為可被驗證的現實。

### 三、閉幕致詞與主題演講

#### (一)新任主席致詞

IUNS 新任主席，來自韓國的 **Hyun-Sook Kim** 教授，發表了她的願景和行動。

她首先表示，以無比的感激和謙遜接受擔任 IUNS 新任主席的榮譽。對即將卸任的領導層及其非凡的領導力、所有理事會成員以及秘書處表達衷心的感謝，感謝眾人將此責任託付給她。對於能成為 IUNS 79 年歷史上的第一位女性主席，同時也是第一位亞洲女性主席，深知這份榮譽也提醒了她所肩負的責任。我們正生活在一個營養科學比以往任何時候都更加重要的時代。面臨的挑戰是複雜的，包括解決一切形式的營養不良問題、預防慢性疾病以及支持永續性。作為 IUNS 的主席，她希望能在科學家和政策制定者之間建立橋樑、在研究和行動之間建立橋樑，以及在所有世代之間建立橋樑。

在她任內，她將賦權年輕研究人員，使其成為明日的領導者；倡導循證解決方案，以改善全球健康；加強夥伴關係，共同實現永續發展目標（Sustainable Development Goals）。並邀請所有同仁，與她一起大膽夢想、協同合作、無畏領導，共同塑造營養科學和人類福祉的未來。

#### (二)專題演講

**主題：Micronutrients Matters: Advancing Women's Nutrition Across Productive Reproductive Years**  
(微量營養素的重要性：在整個生殖年齡段推進女性營養)

**演講者：Parul Christian(Department of International Health, Bloomberg School of Public Health, Johns Hopkins University, Baltimore, USA)，為 McCollum AWARD 得主**

為解決婦女和女童的營養問題，需要採取生命歷程方法（life course approach），因為不同的生命階段（青春期的、孕前、懷孕、哺乳）相互關聯，但每個階段又具有特定的營養需求。而全球有數十億人，包括婦女和女童，微量營養素攝取不足。特別是南亞和撒哈拉以南非洲，短身材、體重不足和貧血的盛行率仍然很高。雖然低體位(BMI)的地區性仍存在，但全球肥胖

快速成長現象，令人擔憂。

在不同生命階段，微量營養素扮演重要影響：

### 1. 懷孕初期（Starting Right）

懷孕期的營養狀態影響胎兒生長和新生兒體型，並影響成年後的身高、認知功能和人力資本。產前營養不足會導致「小型脆弱新生兒」（Small Vulnerable Newborn, SVN），包括小於胎齡兒（SGA）和早產。微量營養素對於胎兒發育的關鍵期具有重要功能，並影響包括表觀遺傳效應、新陳代謝機制和組織沉積等過程。69% 處於生殖年齡的婦女（約 12 億人）存在兩種或兩種以上的微量營養素缺乏。使用聯合國推薦的多種微量營養素補充劑（MMS）配方（約 15 種微量營養素）的臨床試驗顯示，MMS 相較於既有的標準照護（鐵、葉酸補充劑，IFA），能明確改善分娩結果。MMS 可將低出生體重的風險降低 12% 至 14%，並顯著降低早產和 SGA 的風險。其中對「早產伴隨 SGA」這一死亡率最高類型，影響最大（約降低 30%）。

### 2. 懷孕期相關介入措施

雖然世界衛生組織建議使用高劑量（1.5 至 2 克）鈣來預防子癇前症，但執行上存在障礙。最近的研究證明，較低劑量（500 毫克）沒有顯著差異。此外，貧血仍然是婦女和女童中難以解決的問題，建議採用分級生命歷程預防/治療方法，結合強化食品、間歇性補鐵、MMS/IFA，並在嚴重情況下進行篩查和治療。

### 3. 孕前（Preconception）

孕前葉酸缺乏與神經管缺陷的風險有關，葉酸補充劑可將風險降低近 70%。雖然孕前營養補充劑（包括 IFA、MMS 或基於脂質的補充劑）似乎能降低孕產婦貧血的風險，但對於胎兒生長或出生體型是否有益處，證據仍然不確定，且需要設計更好的研究。印度的一項試驗顯示，若從孕前持續到懷孕期間進行介入（不僅提供營養，還包括健康、用水衛生和社會心理照護），效果最強，能顯著降低 SGA（約 30%）並增加出生體型。

### 4. 青少年期（The Missed Window of Opportunity）

青少年期是成長衝刺（獲得成人身高的 15% 至 25%）、骨骼礦物質沉積高峰以及認知功能完善的關鍵時期。因此，對鈣、鐵、碘、Omega-3 脂肪酸和膽鹼的需求至關重要。在這些群體中，富含微量營養素的食物攝取並不常見。農村孟加拉的研究發現，青少年普遍存在鋅、碘、維生素 E 和 B 的缺乏。儘管有建議對月經來潮的女孩使用補鐵劑，但關於在青少年中使用 MMS 的數據並不清晰。最近的兩項集體隨機試驗顯示，無論是 MMS 還是 IFA，都未能降低女童中度至重度貧血的風險。

### 5. 產後與母乳（Postpartum and Human Milk）

關於產婦的營養狀況、哺乳期飲食與母乳成分和數量之間的關係，以及母乳中營養素

的最佳水平，存在巨大的知識缺口。目前有研究正在進行，旨在建立母乳營養素濃度的參考值。有非公開數據顯示，在產後階段補充 MMS，能顯著改善婦女及其嬰兒的營養狀況。

最後建議未來能強化下列的研究：

1. 實施 WHO 產前護理營養建議，包括擴大 MMS 的使用。
2. 評估母乳和哺乳期的營養支持。
3. 強化有關孕前營養的證據。
4. 理解青少年生長和發育的驅動因素，以更好地設計和測試干預措施。

### **(三) IUNS 理事會聲明書**

IUNS 在會議結束時，由理事會提出一項聲明，翻譯全文如下。理事會希望所有與會者支持這項聲明。聲明計畫將在 IUNS 網站、IUNS 媒體以及會議成果文件中發布。

#### **停止使用食物作為戰爭武器**

來自 120 個國家的近 4000 名全球營養社群成員於 2025 年 8 月 24 日至 29 日齊聚巴黎，討論如何實現可持續食品促進全球健康。該活動促進了致力於實現糧食安全、消除飢餓、防止營養不良、促進健康和轉型系統，以應對氣候變化和其他對人類健康和福祉的威脅的復原力的學者和從業人員之間的對話和合作。如果不堅持法治、民主和實現人權（包括充足食物權）的原則，這些緊迫的全球承諾就無法實現。

當我們見面時，糧食正在幾個國家被武器化，導致廣泛的人類痛苦、飢餓和死亡，給整個人口帶來持久的創傷和損害。

我們，全球營養界，強烈譴責將食物作為戰爭武器，並呼籲立即停止這些對人權的嚴重侵犯。

### **(四) 下一屆大會規劃**

2029 年 IUNS 會議，將在加拿大溫哥華舉行。Rajavel Elango 教授代表溫哥華申辦團隊介紹，他是加拿大不列顛哥倫比亞大學兒科學教授加拿大營養學會(Canadian Nutrition Society, CNS)的前任主席。介紹重點：

會議中心位於溫哥華市中心，由加拿大營養學會（CNS）負責籌辦。2029 年會議主題是：「在變化的世界中塑造營養學的未來」(Shaping the future of nutrition in a changing world)。希望在營養研究中整合科學、文化和創新，以實現一個對所有人都更健康的星球(a healthier planet for all)。大會主題包括：全球健康(global health)、公共衛生(public health)、貫穿生命週期的營養(nutrition through the life cycle)、飲食的文化方面 (cultural aspects of diet)、人工智慧 (artificial intelligence) 的作用、個人化營養 (personalized nutrition)、食物技術的創新

(innovations in food technology)，以及永續性地球健康 (planetary health)。

#### 四、全體會員演講(Plenary lectures)

##### (一) Realizing the potential of healthy diets- what is standing in our way (實現健康飲食的潛力：我們面對的障礙是什麼？)

主持人：Jacques Delarue

講者：Lynnette M. Neufeld

Neufeld 博士提到，在健康飲食的監測之中微量營養素缺乏 (micronutrient deficiencies) 卻往往未被納入評估，2002 年根據現有的有限資料進行了全球婦女與兒童的微量營養素缺乏疾病負擔建模分析，雖然結果顯示各地區呈現差異，但所有地區都受到影響微量營養素缺乏的影響，即使在高收入國家，兒童罹患一種以上微量營養素缺乏的比率也達 40%至 50%，這個現象在低收入國家則顯著更高，顯示微量營養素缺乏的實際情形可能被顯著低估。

與此同時，超重與肥胖的問題在各個類別分層中迅速惡化，尤其是在中高收入國家特別嚴重，這可能跟健康飲食的可及性具有相關，根據 2025 年的數據，目前全球約有 26 億人無法負擔健康飲食，依照每卡路里計算，營養豐富的食物往往比不健康食物更昂貴，這一點在許多中低收入地區尤為明顯。

為建立一致性的訊息與定義，與 WHO 合作發表了健康飲食的共識聲明，提出四項核心原則：充足性（滿足不同年齡、性別、生理狀況所需的營養攝取）、多樣性（涵蓋水果、蔬菜、全穀、豆類、堅果、動物性食物等多種食物類別）、平衡性（攝取能量與三大營養素之間的協調比例）、適度性（限制與負面健康結果相關的成分之攝取）。

在墨西哥的國家公共衛生研究院就針對飲食指南政策與實際國民飲食模式進行研究，探討其在環境和經濟層面的影響，研究對三項重要環境因素進行分析，包含土地使用量、碳排放量以及用水量，結果顯示從現行飲食模式轉變為國家建議飲食指南模式及 EAT-Lancet 飲食模式，將會大幅改善土地使用量及碳排放量；而針對消費者成本的分析中發現，使用飲食指南建議模式在低收入群體會較現行飲食模式略為昂貴，而在中高收入群體反而會是一個更經濟的飲食選項。

此外，全球有關動物性蛋白的文化、道德和健康永續議題促進了替代蛋白的市場，例如植物肉、培養肉、昆蟲蛋白等產品正在逐漸增加，且預計在 2050 年將會成長至 1500 億美元，在未來將審慎評估蛋白食品在營養和健康風險之間的整體風險和效益，找出兼顧健康和永續的平衡點。

##### (二) Diet, Chronic Disease, and Healthy Aging- Insights from Decades-Long Cohort Studies(飲食、慢性疾病和健康老化——長期世代追蹤研究的觀察)

**主持人: J.A. Martinez**

**講者: Frank Hu (Department of Nutrition, Harvard T.H. Chan School of Public Health, Boston, MA, USA)**

講者介紹了從長期世代研究 (long cohort studies) 中得到的見解，特別是護理師健康研究 (Nurses' Health Study) 的成果。以護理師健康研究與健康專業人員研究為核心，結合數十年重複量測 (飲食、行為、生理) 與大量生物樣本 (血液、尿液與代謝體學、地理與環境暴露)，建立飲食—疾病因果推論與政策奠定了關鍵證據。

主要研究發現方面：

1. **脂肪(Fats)**：脂肪的「類型」遠比總量更重要，反式脂肪(Trans fat)是最不健康的脂肪類型，與冠心病風險的關聯性最強；飽和脂肪(Saturated fat)也會增加冠心病風險，但程度弱於反式脂肪。若將飽和脂肪替換為不飽和脂肪，心血管疾病風險會顯著降低；但若替換為精緻澱粉和糖，則對心血管毫無益處。不飽和脂肪 (Unsaturated fat)，包括植物油（如橄欖油），與較低的冠心病風險和死亡率相關。沒有證據顯示植物油對健康有害。
2. **堅果 (Nuts)**：儘管堅果脂肪含量高，但規律攝取堅果（包含花生和花生醬）與較低的冠心病、總死亡率、體重增加、肥胖及第二型糖尿病風險相關。
3. **含糖飲料 (Sugar-Sweetened Beverages, SSBs)**：全球含糖飲料的消費量急劇增加。飲用含糖飲料與兒童肥胖、第二型糖尿病、心血管疾病及死亡率的風險增加有關。對於帶有肥胖遺傳風險基因的人來說，含糖飲料的負面影響更大。
4. **咖啡(Coffee)**：儘管早年研究認為咖啡有害，但近年的大量流行病學研究結果卻驚人地一致，規律飲用咖啡與多種慢性病風險降低有關，包括第二型糖尿病、心血管疾病、膽結石、帕金森氏症、部分癌症（尤其是肝癌）以及過早死亡。美國農業部的飲食指南建議，每天飲用 3 至 5 杯咖啡可作為健康飲食的一部分。
5. **紅肉與加工肉品 (Red and Processed Meat)**：全球紅肉消費量正在增加，尤其是在亞洲和拉丁美洲國家。攝取較多紅肉（特別是加工肉品）與結腸癌、第二型糖尿病、心血管疾病及死亡率的風險增加有關。國際癌症研究機構 (IARC) 已將加工肉品列為第一級致癌物。研究發現，紅肉攝取與第二型糖尿病風險的關聯，主要可歸因於血基質鐵 (heme iron) 的攝取。
6. **鈉 (Sodium)**：過去關於鈉與心血管疾病關係的研究存在爭議，部分研究甚至呈現 J 型或 U 型曲線，這主要是因為使用了不可靠的單次尿液樣本測量方法，當採用更精確的多次 24 小時尿液樣本進行測量後，研究發現鈉的攝取量與心血管疾病風險之間存在明確的線性正相關，攝取越多，風險越高。

從單一營養素轉向「飲食型態」後，多個健康飲食（地中海、DASH、AHEI、健康植物

性飲食)皆與較低的糖尿病、心血管疾病與死亡相關;在長達 30 年追蹤中,飲食品質愈佳,達成「健康老化」(罹病少、身心功能好、壽命長)的機率愈高。健康生活型態疊加效益巨大,五項低風險行為(健康飲食、每天至少半小時中等強度運動、維持健康體重、限制飲酒、不吸菸)可使死亡風險降約 70%、延壽約 10 年;擴增為八項(含充足睡眠、壓力管理、社交、不藥物濫用)在世代研究中,近 90% 死亡風險下降、超 20 年壽命延長相關。即便使用 GLP-1 等減重/降糖藥物,若同時維持健康生活型態,心血管風險降幅可達單用藥物的數倍,顯示藥物與行為並重。

精準營養 (Precision Nutrition)目標是根據個人的生物學、生活方式和文化背景量身定制飲食策略。生物標記 (Biomarkers),特別是來自代謝體學 (metabolomics) 等「體學」(omics)技術的標記,是精準營養研究的引擎。而在代謝體學的應用上,研究人員已成功利用代謝體學數據,為地中海飲食和健康植物性飲食等模式開發出代謝特徵 (metabolic signatures),這些特徵可用於評估飲食遵循度並預測疾病風險。

講者強調,我們已經擁有大量關於健康飲食的知識,現在的挑戰是將這些知識轉化為實際行動、實踐和政策。透過像「營養來源 (The Nutrition Source)」網站和「健康飲食餐盤 (Healthy Eating Plate)」這樣的工具,能有效地向大眾和政策制定者傳播以科學為基礎的營養訊息,進而改善個人、群體乃至地球的健康。

### **(三)Global problem of obesity in 2025 and perspectives for the future (2025 年全球肥胖問題及未來展望)**

**講者: Simón Barquera (世界肥胖聯合會主席)**

肥胖問題目前已經影響超過全球 10 億人口,每年造成約 400 萬人死亡,並導致 43%糖尿病案例、高血壓可達 78%及 13 種以上的癌症。全球肥胖盛行率持續上升,預估至 2035 年,每 4 位成人中就有 1 人罹患肥胖,約相當於 20 億人口;兒童肥胖人數也可能增加一倍以上,超過 5 億人(約占 1/5)。

根據 World Obesity Federation Global Obesity Observatory 的結果顯示,未來 12 年內,低收入國家將面臨肥胖人口的大幅增加。到 2035 年,過重與肥胖對低收入及中低收入國家預計將造成每年約 3,700 億美元的經濟影響。

2025 年發表於 Lancet 的一篇文章標題指出,1990 年至 2021 年間,全球各地區的過重與肥胖率均大幅上升,顯示現行預防過重與肥胖的方法未能發揮成效;同時,多篇研究亦已發表以該時期肥胖預測 2050 年全球疾病負擔的影響。依據 2050 年的兒童肥胖的預測結果,北非和中東有最高的比例(>30%兒童及青少年),而成長最快速的地區為東亞和東南亞(自 1990 年來其盛行率已增加>400%)。

2021 年成人肥胖所觀察到的結果,肥胖人數最多的國家為中國(4.02 億人)、印度(1.8

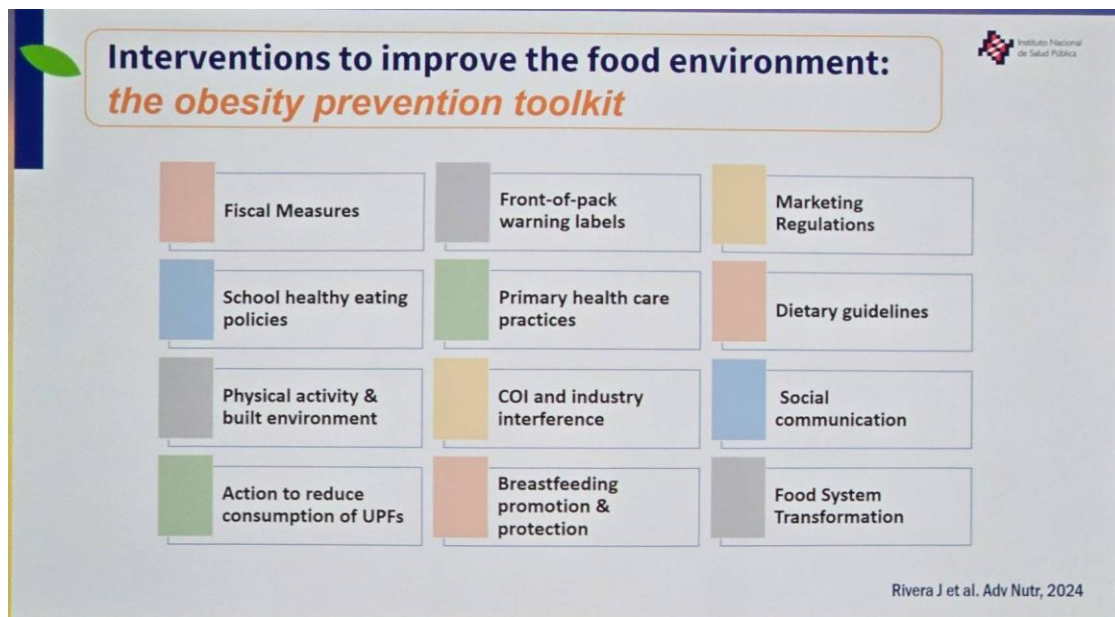


億人)及美國(1.72 億人);年齡標準化的肥胖盛行率最高的為大洋洲、北非及中東地區有>80%的肥胖或過重，拉丁美洲及加勒比海地區則有>60%。對於 2050 年的預測，肥胖及過重人口將增加至 38 億人口，約佔全球一半以上的人口。而推估到 2030 年，全球因肥胖所造成的經濟成本將達全球 GDP 的約 3%。

世界衛生組織（WHO）所提出的「最佳策略（Best Buys）」政策，不僅可改善健康，還能帶來經濟效益，同時針對多種疾病的根本成因。政策宣言必須將肥胖視為疾病，採取跨部門合作，並加速行動，同時將有相關經驗的人群置於決策核心。須將肥胖照護納入基層醫療、減少超加工食品的攝取，並透過全社會參與的方式落實世界衛生組織加速行動計畫（WHO Acceleration Plan）。

肥胖與非傳染性疾病（NCDs）的預防面臨多重挑戰，包括疾病預防資源有限、營養不良的雙重負擔，以及產業對健康政策與法規的干擾；並其同時也存在機會，例如無需昂貴技術即可推動、防治 NCDs 的議題，能讓政治能見度提升、公共衛生與營養社群已有整合基礎，以及成功政策具有骨牌效應（Domino Effect），可被複製推廣。

如何改善一個致肥胖的食物環境、或以兒童及青少年為目標消費族群所產生的不健康食品、飲料的數位行銷策略等都是普遍存在的食物環境問題，改善食物環境的介入措施。預防肥胖工具包，如下圖：

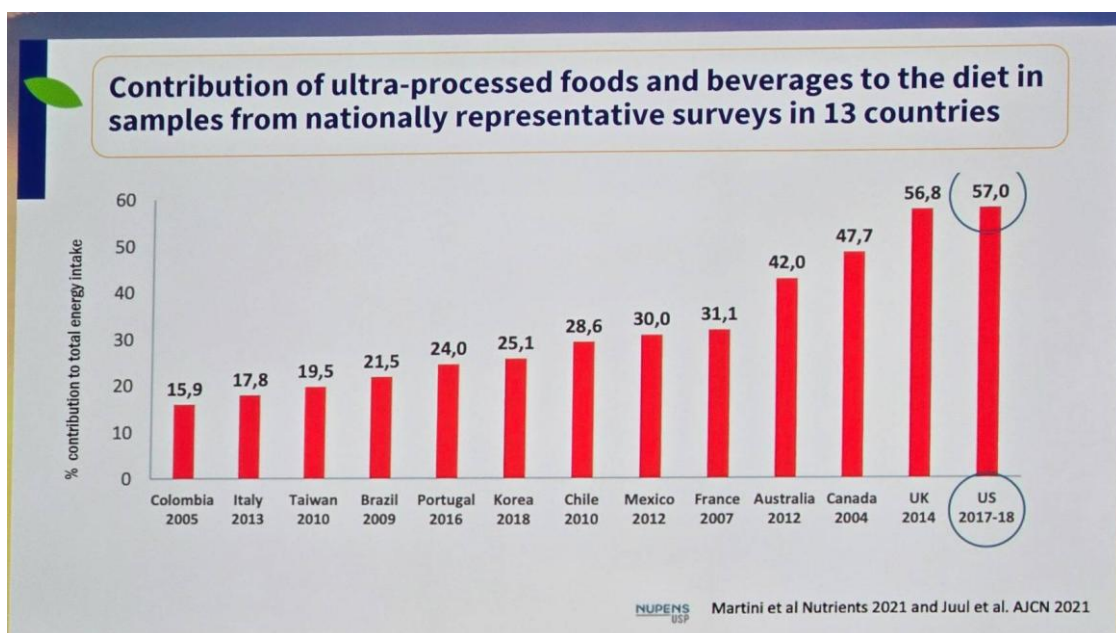


超加工食品（ultra-processed foods, UPF）以 NOVA 標準進行分類（如下圖示）。





一項針對 13 個國家具全國代表性的調查結果顯示，超加工的食物及飲料占總能量攝取的百分比，2017-18 年美國約佔 57%，圖中可見臺灣 2010 年約佔 19.5%。另，三項高品質世代研究統合分析結果顯示，超加工食品攝取與 T2D、憂鬱症、心血管疾病及全因死亡率顯著相關。



世界衛生組織肥胖加速行動計畫（WHO acceleration plan to stop obesity 2025-2030），以統一並加速國家肥胖防治行動，聚焦五大優先領域與關鍵措施：確定最具影響力的優先行動、支持全國範圍內的行動落實、溝通與倡導行動、促進跨部門合作及監測行動進展。

墨西哥是 WHO 及 UNICEF 的加速計畫的領導者，該國具體作為包括：

1. 其 2013 年實施含糖飲料（SSB）糖稅及垃圾食物稅，2015 年的調查結果顯示，含糖飲料每年每人平均減少 5.1 公升，下降 7.6%。2018 年發表在 Lancet 的研究指出，墨西哥的糖稅策略對低收入人口的反應最為顯著，價格政策改變了他們的消費行為，顯示此策略受社會經濟地位影響。由於低收入者對價格變化最敏感，他們反而可能成為健康效益最大的受益群體。

2. 實施食物警語標籤，取得顯著成果。

大約 75% 的受訪者支持此政策；77-80% 的人能理解標示資訊。有 65-80% 的人表示會使用標籤資訊，並且有 41-80% 的消費行為發生改變，包括飲用汽水的熱量減少以及白開水的攝取增加。

熱量攝取減少（每份標示產品減少約 140 kcal），三酸甘油酯、代謝症候群下降，肥胖趨緩。廠商大規模調整食品配方，糖、飽和脂肪及鈉含量顯著下降，且不需貼警語標籤產品的比例增加 5 個百分點，每人從超加工食品攝取的熱量減少最多可達 30%，主因為消費者將食物替換為標籤較少的產品，但銷售量未受顯著影響（Garduño A, EMIM-INEGI），且對整體經濟與就業率沒有負面影響（Guerrero C, INEGI）。

三酸甘油酯濃度減少 12.5%、高三酸甘油酯血症則減少 28.81%、代謝症候群減少 15.68%，但肥胖趨勢就目前觀察到無下降的情形，另以預測 2000-2030 年來看，目前（2000-2012 年）肥胖盛行率為 43.3%，預期政策時實施後可下降約 6.2%（2.7 個百分點），即到 2016-2023 年肥胖盛行率為 40.6%。

3. 禁止垃圾食物銷售及行銷的新法規於 2025 年 4 月開始生效，墨西哥政府給學校 6 個月的時間，禁止販售垃圾食物，否則將面臨巨額的罰款。

4. 對於 SSB 及垃圾食物對健康的危害，會於每日晨會上與墨西哥總統及衛生部長討論。

Lancet 指出「健康的商業模式」，需要重新平衡權力不對稱，以改善人類與地球健康。過去數十年，企業與政策制定者之間的互動循環逐漸將權力傾向商業利益，導致健康問題與社會不平等持續存在，這是一個權力不對等的狀況。企業利用財力和影響力，推動對自己有利的政策和規範，這些政策增加有害產品的銷售和消費，加重健康危害和相關成本。企業還把生產、消費和廢棄產品帶來的成本轉嫁給社會，例如治療慢性病的費用主要由政府和個人承擔，讓大家在醫療、食物和住房上的可用資源減少，衛生系統也越來越吃力。同時，企業賺取超額利潤，加劇了企業與應監督他們的政府之間的權力不對稱。

最後，將本場演講推動肥胖政策的優先方向，整理如下圖：



#### (四) IUNS 獎頒獎及傑出研究者專題演講

兩位著名科學家在營養學領域的重大貢獻，因其傑出成就而獲得獎項。

第一位是 Dr. Nevin S. Scrimshaw Prize 獎得主 Dr. Minjoo Kim，著重於精準營養學，特別是針對亞洲人群，尤其是韓國，因為西方營養指南往往無法有效解決其獨特的遺傳和代謝特徵。該研究結合基因組學和代謝組學，建立了預測和預防代謝疾病的模型。M. Kim 已經發表了超過 80 篇期刊論文，獲得 23 項專利。

第二位是 Lifetime Achievement Award(終身成就獎)得主 Prof. Andrew Prentice，他回顧了他五十年在非洲，特別是甘比亞的工作，主要關注發展中國家的營養不良和兒童健康。工作涵蓋哺乳期生理學、能量代謝，以及探究季節性對胎兒發育的表觀遺傳學編程的影響，展現在改善全球健康的過程中取得的巨大進步。

##### 1. Dr. Minjoo Kim 的演講

M. Kim 說明他的研究目標是從關於全民營養的革命性願景，轉向「為每個人提供的精準營養」(precision nutrition for everyone)。而這項工作的重要性，主要基於自體免疫疾病在全球範圍內激增，韓國也面臨這種令人擔憂趨勢發展。這個問題在過去三年中持續增加，截至 2024 年，已達到約 29.7%。自新冠肺炎疫情以來，上升趨勢變得更加明顯，對民眾健康發出嚴重警告。千禧世代和 Z 世代等罹患這些疾病的年齡比以往任何時候都年輕。然而傳統方法已不起作用，需要從被動防禦轉向主動的強力進攻策略，積極預測和預防疾病，而非僅僅在疾病出現後才做出反應。

但「西方營養飲食對亞洲人來說效果不佳」。主要是因為族群特定的遺傳差異，不同族群攜帶獨特的基因變異，而這些變異在西方研究中根本沒有出現。在西方族群常見與肥胖相關的 FTO 基因變異，但亞洲族群則有與腹部肥胖相關的 TM1B2 等獨特變異，以及影響脂質

分佈的獨特 MTC1 L1 變異。以 LP plot 基因案為例，在韓國人體內常見的某種 LP plot 基因變異，在西方研究中幾乎不存在，而該變異在韓國人中實際上對心血管疾病具有保護作用。所以當西方指南提出普遍建議時，它們完全忽略了這些關鍵的族群特定遺傳因素，因此「一刀切」的營養建議實際上對於許多人來說是失敗的（one size fits food）。

受此理解的啟發，她們創建了根據個體的遺傳和代謝特徵量身定制的營養策略。為了解決這個問題，她們轉向了 Omics 技術分析，包括：

- 基因組學（Genomics）：用於閱讀每個人的獨特遺傳藍圖，例如使用專門為韓國民眾設計的「韓國特定基因晶片」（Korean specific genetic chips）。
- 代謝組學（Metabolomics）：提供了體內當前情況的即時快照。
- 數據結合：結合這些數據與先進的平台，可以在代謝問題演變成疾病之前就檢測出來。

M. Kim 博士將她們的研究旅程分為三個不同的階段：

階段一：建立基礎（2017 年至 2020 年）：此階段專注於理解肥胖與發炎的複雜關係，特別是基因變異如何影響年輕族群的內臟肥胖。她們在 117 名韓國參與者中發現，代謝不健康的肥胖個體，其抗癌細胞活性和 IL12 水平顯著低於代謝健康的個體。這項發現提供了一種在臨床環境中評估代謝症候群風險的實用方法，並為此獲得了第一個專利。代謝組學上，發現了六種類型的 lysopes 和十二種類型的 lysopcies 顯著升高，與內臟細菌、氧化低密度脂蛋白（oxidized LDL）等呈強正相關。在這些個體中，LPL 活性增加了 42%。在為期 12 週、減少 3,200 卡路里的飲食研究中，確定了兩種強大的代謝預測因子：aminoihide 和 four prime alphabet kerotin。將這兩種代謝物納入預測模型後，準確度從 0.845 提高到 0.85，這項改進使她們獲得了另一項專利。

階段二(2019 年至 2024 年)：擴大規模與邊界推進。此階段將研究範圍從肥胖擴展到代謝症候群全光譜，如糖尿病、血脂異常和高血壓。將遺傳風險分數與氧化壓力分數相結合，以預測疾病前狀態。氧化壓力分數是基於如 MTA LTL 和 ADP to alpha 等代表性指標。這種整合模型將肥胖的預測準確度提高到 75.1%，第二型糖尿病的預測準確度提高到 70.5%。她們發現了兩種新的生物標誌物（血清視黃醇和視黃酸），可以在患者出現症狀之前預測糖尿病風險。對於血脂異常，她們在 MPC1 L1 基因中發現了一個與韓國人高度相關的特定 SNP，與高膽固醇水平和氧化壓力標誌物相關，這也帶來了一項專利。另外發現 LPL 2 活性能獨立預測隨年齡增長的血壓增加。同時，她們確定 TM1 182 基因中的特定變量攜帶腹部肥胖風險增加約兩倍。個人化高血壓預測模型準確度顯著，女性高達 91.2%，男性高達 86.7%。

階段三(2024 年至 2029 年)：將計畫付諸實踐。此階段旨在將所學應用於下一代（年輕人），目標是制定反映個體獨特分佈而非族群平均值的客製化膳食參考實體。在精準營養的實例，不再只是籠統地建議多吃纖維，現在可以根據科學數據精確地指出，血脂異常患者每天需要至少 17.28 克纖維，以保持與健康個體相似的代謝模式。這個臨界點是通過 UHPLCMS

非目標代謝技術和邏輯迴歸分析精確確定的。在臨床應用上，她們使用 *Vacuums* 的研究顯示，體重顯著減輕和代謝改善，尤其是在女性中。

精準營養（*Precision nutrition*）必須超越西方典範，量身定制的研究至關重要。結合基因組學和代謝組學提供了預測和預防疾病的新方法。她們經過驗證的模型正在韓國產生實質影響。講者強調「為每個人提供的精準營養」，這意味著必須尊重人類生物學的多樣性，並確保科學服務於正義，而非僅僅是便利性。這要求建立包容性的方法論，服務代表性不足的群體，擺脫一刀切的方法。

## 2. Prof. Andrew Prentice 的演講

Prentice 博士的工作生涯超過 40 年，集中在甘比亞（the Gambia），在低收入和資源匱乏的環境中，專注於營養不良和兒童健康。他的旅程始於 1953 年的烏干達。他的父親在殖民地服務部門工作（負責病媒控制），讓他接受了早期的實地研究訓練。1962 年烏干達獨立是重要的一年。當時許多外籍人士離開，但他的父親選擇留下來，這對他未來的生命產生了巨大影響。Prentice 博士在劍橋完成博士學位後，搬到了甘比亞一個名為 Cannabar 的村莊，該村莊成為他多年來大量研究的根據地。當他剛到甘比亞時，基本學校裡沒有任何女學生；現在，女學生比例超過 50%，她們在學校待的時間更長，從而晚婚晚育。在 1970 年代，他所在村莊及周邊地區的五歲以下兒童死亡率為每千名活產兒 480 人。現在麻疹死亡率為零，大部分進展歸功於免疫接種，而非營養干預。在過去幾十年中，發育遲緩（*Stunting*）也取得了巨大進展，目前甘比亞全國平均水平降至 17%。

Prentice 博士簡要介紹了他和研究團隊在研究旅程中的幾個重要階段和發現：

1. 早期研究（哺乳與懷孕）：研究瞭解泌乳的生理調節，證明了甘比亞婦女泌乳的穩健性，並指出額外補充劑並沒有用處，甚至可能通過縮短產後停經期而有害。這一發現為純母乳餵養六個月的建議提供了科學依據；他們發明了新的穩定同位素方法來評估母乳攝入量；研究懷孕期間的平衡蛋白質-能量補充能改善分娩結果，並在後續研究中證明能改善新生兒死亡率和死產率。
2. 劍橋時期（能量代謝）：由於孩子教育問題，Prentice 博士移居劍橋約 20 年。在這段期間，他們利用熱量計測量人體的能量代謝，並驗證了雙標水法（*Doubly Labeled Water, DLW*）來測量自由生活下的能量消耗。並透過 DLW 測量精瘦和超重個體的能量消耗，並要求他們記錄食物攝入量，結果顯示精瘦個體的食物攝入量與能量消耗測量結果一致，但在超重個體中，測量的消耗量（即需求量）與他們報告的攝入量之間存在巨大的差異。這項發現完全推翻了「醫生代謝假說」（即超重是源於代謝缺陷），從而將研究方向轉向食慾控制，這也為當前所有與肥胖控制相關的藥物研發奠定了基礎。
3. 最新研究：營養遺傳學與表觀遺傳學



在返回甘比亞後，Prentice 博士開始專注於營養相關的慢性疾病，並特別詳細介紹了他們最新的研究主題。在全國調查中，他們發現 30 歲以上的人口中有 47% 患有高血壓，但在所有高血壓患者中，只有 10% 得到了有效的控制。他們最新的工作集中在營養遺傳學和表觀遺傳學，探討巴克假說（即生命早期如何成長和獲得營養對晚年疾病發生率有深遠影響）。Prentice 博士提出，表觀遺傳變化可能是連接生命早期營養與晚年疾病之間的關鍵。營養素（特別是甲基供體營養素）在基因組的表觀遺傳變化中起著作用。他們利用甘比亞的極端季節性變化作為「自然實驗」。在 Cannabur 有長達八個月的旱季和短暫的雨季。婦女在不同季節受孕時，飲食習慣有很大不同。他們發現，季節性受孕對基因組區域的甲基化水準確實有深遠的影響。他們現在能夠使用先進技術，不僅測量完整的全基因組序列，還能測量 1300 萬個甲基化標記。目前正在研究轉座子（transposable elements，佔 DNA 的 45%）如何受到母親在受孕時的營養影響，這是過去被稱為「DNA 的暗物質」的部分。這些表觀遺傳編程對生長、病毒免疫、肥胖、甲狀腺功能和心血管代謝有影響。

## 五、科學研討會(Scientific Symposium)

### A. 非傳染性疾病(Noncommunicable disease)

#### (一) The Mediterranean Diet - Three Decades of Compelling Evidence

（地中海飲食——三十年來令人信服的證據）

主持人：J. Delarue

#### 1. Mediterranean diet, definition, mechanisms of cardiometabolic protection and historical perspective(地中海飲食：定義、心血管代謝保護機制與歷史視角)

講者：Francesco Visioli

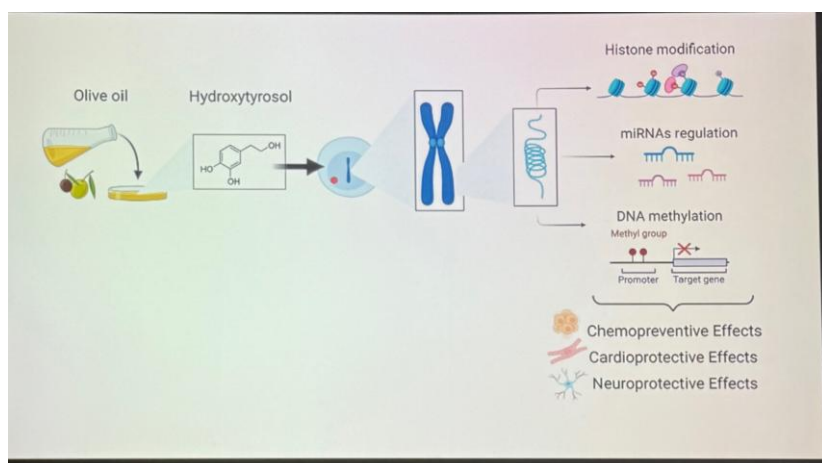
F. Visioli 首先提出「地中海飲食」作為一種食品體系與永續性的典範模式。雖然沒有人主張全球人口都應該吃地中海式飲食，但它的確是一個經過驗證、能兼顧健康與永續的系統模型。自 20 世紀 50 年代末期起，科學界因發現義大利南部心血管疾病盛行率遠低於美國而開始深入研究。隨後的「七國研究」(Seven Country Study)雖有誇大之處，但仍建立了地中海飲食與低死亡率、低慢性病風險的聯繫。其影響力超越地中海地區，在東南亞等地也被觀察到與較佳健康結果相關。這顯示「地中海飲食」不僅是特定食物清單，而是一種飲食模式，能作為全球思考健康飲食的參考框架。

不過，F. Visioli 提醒我們不可簡化地中海飲食的效果。有人認為其益處來自陽光、維生素 D 合成，或是社會環境、體力勞動，而非單純食物本身。這說明在營養學研究中，我們必須保持懷疑與科學驗證的態度。尤其是在肥胖成為全球緊急挑戰的當下，「隱性飢餓」(Hidden Hunger)——即熱量攝取過多但微量營養素不足——愈發凸顯。水果、蔬菜及植物性食材中的多酚、礦物質與維生素等微量營養素極其重要，但卻常被忽視。多酚(polyphenols)是植物為自我

保護所產生的苦味分子，透過飲食進入人體，雖非為人設計，卻可能對健康產生調節作用。

然而，F. Visioli 批判了「抗氧化劑假說」。過去人們相信攝取抗氧化物能中和自由基、延緩老化甚至預防疾病。但大型臨床試驗的統合分析 (meta-analysis) 結果顯示，服用抗氧化劑補充劑，通常會增加死亡率，而非降低，像是  $\beta$ -胡蘿蔔素與維生素 E 的補充劑不僅未能降低癌症或心血管風險，反而提高死亡率。這表明單一補充劑不等於天然食物效益，過度強調「超級營養素」反而可能危害健康。因此，多酚並非因「抗氧化」而有益，而可能透過其他複雜的機制（如表觀遺傳學(Epigenetics)調節、微生物群互動或代謝途徑影響）發揮作用，但這些領域仍遠待探索。

其中，橄欖油被特別提出作為案例。特級初榨橄欖油含有一種名為羥基酪醇 (Hydroxytyrosol) 的小分子，實驗顯示它具有抗發炎及細胞保護效果。儘管直接的人體證據仍有限，但來自細胞與動物實驗的資料顯示，它能改善血糖控制、降低發炎與氧化壓力，並促進粒線體功能。這可能解釋了為什麼橄欖油與較低的糖尿病與心血管疾病風險相關。然而，講者強調，這並不是因為橄欖油「降膽固醇」或「抗氧化」，而是因其複合成分與人體代謝的交互作用。



他也分享了最新的動物實驗：以高脂飲食餵養小鼠時，若搭配橄欖油及其多酚，小鼠體重雖增加但幅度較低，並呈現較佳的血糖耐受性與代謝表現。這些研究仍在進行中，但與流行病學證據呼應，提供了「橄欖油與多酚有助降低肥胖與糖尿病風險」的合理解釋。值得注意的是，這種作用並非來自單一分子，而是飲食整體模式與品質。

講者進一步指出，營養學研究的一大挑戰在於「比較基準」。食物彼此之間互為替代：吃多了蔬菜就少吃肉，選擇橄欖油就少用奶油。很難分辨是「蔬菜的益處」還是「肉類攝取減少」造成效果。因此，研究者必須謹慎詮釋數據，不應簡化為「某一營養素」的線性因果。真正重要的是飲食整體模式與食物品質，而不只是卡路里數字。

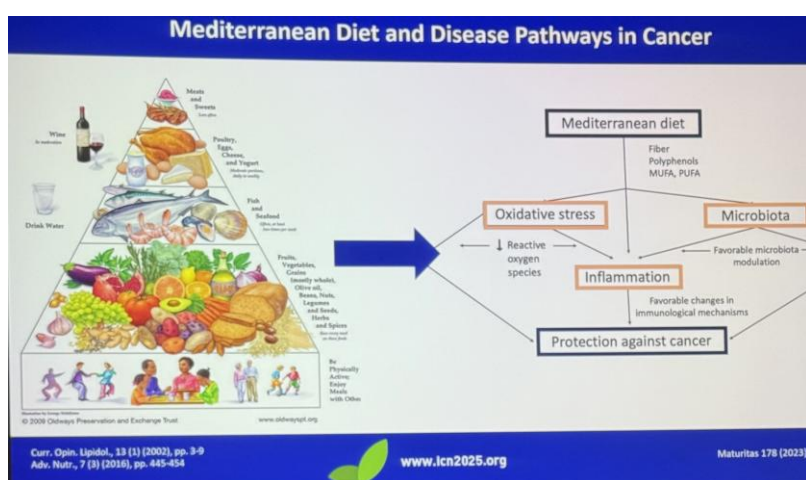
最後，他提出個人結論：飲食與健康的關鍵，在於「數量」與「品質」的平衡。我們都知道控制熱量的重要性，但食物品質——例如選擇高品質的魚、起司或特級初榨橄欖油——對健康影響同樣深遠。高品質食物通常含有更多微量營養素與複合分子，能在看不見的層面改

善身體狀態。換言之，不僅要「吃多少」，更要「吃什麼」。

## 2.Mediterranean diet and cancer, large cohort studies, meta-analysis and future directions

講者：A. Romanos-Nanclares

本場報告聚焦「飲食與癌症」的整體證據與前景，A. Romanos-Nanclares 博士開宗明義說明，飲食在可改變的健康風險中占要角，過去在心血管疾病（CVD）的隨機對照試驗（RCT）已反覆證實：以整體飲食模式(dietary patterns)為單位的介入可以有效降低主要不良心血管事件（心肌梗塞、中風與心血管死亡），這奠定了「用飲食模式而非單一營養素」作為慢病防治工具的實證基礎。營養流行病學也因此從「單一營養素」轉向「飲食模式」，因為現實世界的食物總是被成套吃下，而非孤立存在；從政策實務看，模式式指引也更易被採納與執行。



地中海飲食型態（多蔬果全穀豆堅果、橄欖油為主脂、適量魚禽、紅肉與加工肉限量、酒精審慎甚至不飲）透過多種途徑影響癌症的發生與進展，其富含纖維、多酚與不飽和脂肪酸，可同時作用於氧化壓力(oxidative stress)、慢性發炎(inflammation)、腸道微生物群失衡(microbiota imbalance or dysbiosis)、胰島素阻抗、葡萄糖穩態與荷爾蒙調節等關鍵節點。以多酚為例，近年研究更傾向於其經由訊息傳遞、表觀遺傳與腸道菌相調控等「調節性機制」發揮作用，而非早年流行的「口服抗氧化劑中和自由基」單一路徑。橄欖油作為地中海飲食的關鍵成分，其富含單元不飽和脂肪酸與多酚（如羥基酪醇）可能透過抗發炎、改善代謝與腸道環境而帶來綜效；這些訊號在流行病學與部分介入試驗中獲得支持，但仍需要更強的人體因果證據來釐清劑量、型態與族群差異。

關於「整體飲食—癌症風險」的證據仍呈異質與分歧，但趨勢逐步清晰。以地中海飲食為例，早期 RCT（如 PREDIMED 的次級資料分析）曾觀察到補充特級初榨橄欖油（EVOO）的地中海飲食組，其乳癌風險相較對照組顯著下降；文獻回顧分析指出，較高地中海飲食遵從性與整體癌症風險約 13% 的降低相關。但不同區域的大型研究結果並非完全一致，荷蘭世代研究 (Netherlands cohort study) 發現對男性無保護效應，對女性則呈中度風險下降，且在多重校正後效果減弱；GAM 後代研究 (offspring study) 發現對女性有見到「中高遵從性→較低



發癌風險」的關聯。整體來看，「飲食模式」仍比「單一食物或營養素」更能穩健地捕捉與癌症風險相關的複合路徑。

最新系統性回顧與統合分析指出系統性回顧指出：全穀、蔬果攝取與「總體癌症風險」呈負相關；在「建議範圍內的飲酒」與總體風險的關聯，文獻亦有報告負相關訊號，但此一面向高度依賴情境與定義（且酒精本身具致癌性，需謹慎詮釋）。

就癌症別來看，乳癌是全球負擔沉重的癌種之一，多篇統合分析與總結性論文整體支持地中海飲食對乳癌具有保護效應，某些侵襲性亞型或預後較差類型（如雌激素受體陰性，ER-negative）乳癌，亦見有利訊號，但依然需要更多高品質研究（尤其是隨機化設計）以確認因果與量效關係。大腸直腸癌方面，納入多項觀察研究與部分 RCT 的總結顯示，較高的「地中海／親地中海」遵從性與風險降低之間存在「有限但一致的提示性證據」。上消化道癌（尤其胃癌）亦見保護趨勢；肝癌的風險降低在局部研究中重複出現；胰臟癌的研究結果較分歧（有研究無關聯，亦有研究見到風險下降）；前列腺癌的較侵襲型態、肺癌與膀胱癌則多見中度或小幅的風險降低訊號；皮膚癌（黑色素瘤與 BCC）與淋巴瘤、頭頸癌亦見若干支持，卵巢癌仍屬證據薄弱。整體脈絡指向：地中海飲食作為「高品質飲食模式」，在多癌種呈現不同強度的保護訊號，但癌別、族群、測量方法與混雜校正的差異，使得效果量存在不確定性。

在「肥胖相關癌症」這一議題上，除了熱量攝取與使用能量收支，飲食組成、身體不活動、壓力與睡眠品質等也共同推動風險。EPIC 等大型世代研究顯示，地中海飲食高遵從度（例如地中海飲食分數 7–9 分）與肥胖相關癌症風險約 6% 的下降相關，而且此關聯不因 BMI 或腰圍的納入而消失，暗示「體重」之外的代謝與發炎機制在其中扮演角色。進一步拉到癌症存活者的層次，若以「確診後的飲食品質」為暴露，部分研究觀察到：較高的地中海／優質飲食分數與較低的心血管事件與全因死亡相關；也有歐洲多國追蹤顯示，較低的地中海飲食分數與較高的全因死亡風險相連；在一般健康女性的長期追蹤中，較高依從性同時關聯較低的全因、心血管與癌症死亡。這些結果對癌症存活照護尤其重要，因為許多患者在完成初期治療後，長期風險的管理將成為生活品質與壽命的關鍵。

對於未來的研究方向，A. Romanos-Nanclares 博士點出三個要務：其一，從「觀察到關聯」邁向「驗證因果」：需要更多針對癌症發生與復發／存活隨機對照試驗，並將飲食遵從性的客觀生物標記（如新陳代謝體、尿中多酚代謝物）納入，以提升暴露測量的準確度。其二，強化「證據整合力」：把營養—基因體學、轉錄體、代謝體與腸道微生物組等資料串聯，解析「誰在何時何地」從地中海飲食中獲益最多，並辨識可操作的關鍵節點。其三，把研究重心從「發病風險」擴展到「存活與復發」：癌症正逐步走向慢性化，診斷後的飲食與生活型態管理，對降低併發症、改善心代謝健康與延長無病存活期至關重要。

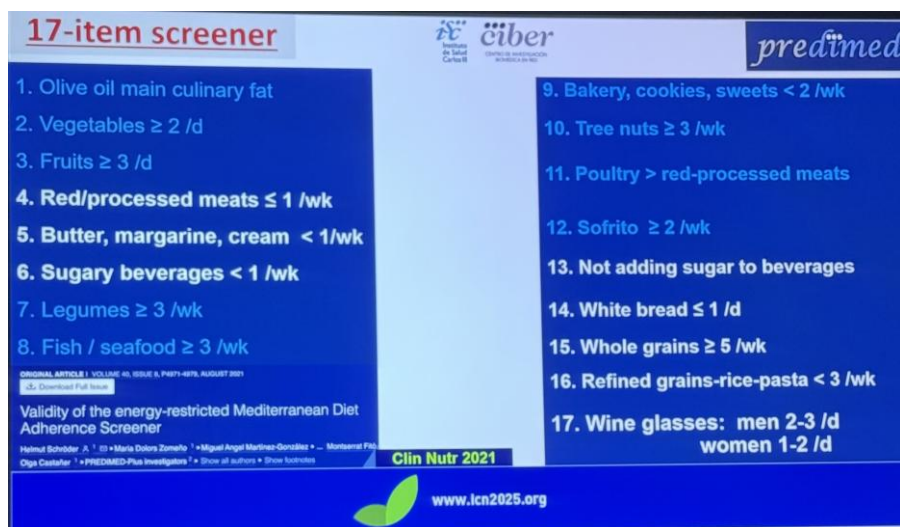
### **3.Causal inferences and health effects of the Mediterranean diet in large randomized trials**

講者：M.A.. Martinez-Gonzalez

研究團隊持續以隨機對照試驗(RCT)與長期世代追蹤研究，推動「以整體飲食模式為核心」的慢病預防證據。本次報告聚焦四個主題：地中海飲食的試驗證據、PREDIMED 與其代謝體學延伸 (PREDIMED & Metabolomics)、加入體重與行為的 PREDIMED-Plus、以及正在進行，以酒精（特別是紅酒）為焦點的 UNATI 臨床試驗。

在因果推論與方法論上，營養流行病學已從「單一營養素」走向「飲食模式」，但要從關聯走到因果，仍須倚賴嚴謹的隨機對照試驗(RCT)。例如，雖然觀察性研究顯示地中海飲食與降低死亡率和心血管疾病風險有關，但這些只是「關聯性」，不能等同於「因果關係」。要真正進行因果推論，就需要進行隨機對照試驗 (RCT)。

PREDIMED (為一大型隨機對照試驗)使用地中海飲食 14 題遵從性量表 (MEDAS)，以「橄欖油為主要用油、多蔬果及堅果全穀、增加魚類與豆類、限紅肉與加工肉」等核心要點，對比當時指南中的低脂飲食。三年研究結果顯示，與低脂飲食相比，遵循地中海飲食（補充特級初榨橄欖油或堅果）的組別，其心血管疾病風險顯著降低了 30%。雖然 2017 年研究在隨機化單位（如夫妻同組、部分中心集群化）與低脂組遵從性等議題上遭受質疑，但研究團隊在重新發表的版本中進行了大量的敏感性分析，例如排除有問題的數據後，結果仍然顯示地中海飲食的強大益處。



為了理解「為何有效」，研究團隊自 2013 年起展開代謝體學研究，成功識別出一個由 60 多種化合物組成的「地中海飲食血漿代謝體學特徵」。這個特徵不僅能預測心血管死亡率，並且在 PREDIMED 世代研究中，與較低的長期死亡風險相關。

PREDIMED-Plus 是在經典地中海飲食架構上加入「能量適度限制、體能活動與行為介入」，針對高 BMI 且具代謝症候群的族群，測試「在強健對照組背景下」是否能進一步降低發病率與不良代謝結果。試驗自 2013 年啟動、2024 年底完成，結果顯示當整體飲食型態轉變，受訪者的三酸甘油脂、血壓、體組成與身體活動等均一致獲得改善。在非糖尿病者中，地中海飲食(特別是補充特級初榨橄欖油)與新發第二型糖尿病風險顯著下降相關。

酒精與紅酒部分，講者回顧現有隨機試驗規模普遍偏小、以生物標記為主，臨床終點證

據仍不足；個別研究(如 AF 患者戒酒)提出特定人群「減酒」可能有益。鑑於「地中海式飲酒」長期被視為地中海飲食的一環，但近年公衛與致癌風險的疑慮升高，故研究團隊啟動 UNATI 大型隨機對照試驗，計畫招募 10,000 名 50–75 歲、每週至少飲酒三杯的受試者，隨機分派至「戒酒／大幅減量」或「地中海式適量飲酒（餐時、以酒為主、女性≤1 杯／男性≤2 杯、避免暴飲、每週有不飲酒日）」兩策略，追蹤四年並以全因死亡、重大心血管事件、侵襲性癌症、糖尿病、失智、憂鬱、住院等為主要／次要終點。目前已招募逾 8,000 人，將為「適量飲酒」的風險—效益提供前所未有的臨床證據。

地中海飲食是目前有最強科學證據支持的健康飲食模式，其因果效應已由 PREDIMED 等大型隨機試驗證實。PREDIMED 試驗顯示其對預防心血管疾病、第二型糖尿病、乳癌及改善認知功能等多方面有益。PREDIMED-Plus 試驗則進一步探討結合減重與運動的強化版地中海飲食的潛力。另外，對於飲食中具爭議性的酒精成分，UNATI 試驗將提供迄今為止最可靠的證據。

## (二)An Update on EPA and DHA Omega-3 Fatty Acids

### (有關 EPA 和 DHA Omega-3 脂肪酸的最新科學資訊)

本場科學研討會由 G. Bannenberg 主持，計有三位演講者。

#### 1. Overview of EPA/DHA omega-3 biological activity - The past, present and future

(EPA/DHA omega-3 生物活性概述 - 過去、現在和未來)

講者：P. Calder

Calder 教授聚焦於兩種長鏈高度不飽和  $\omega$ -3 脂肪酸：EPA (20:5n-3) 與 DHA (22:6n-3)。它們可由  $\alpha$ -亞麻油酸經去飽和與延長反應轉化而來，彼此代謝相連，但膳食上主要來自魚類、魚油與海洋補充品。EPA/DHA 易嵌入細胞膜，是細胞膜中最不飽和的脂肪酸之一，能改變磷脂構成、膜流動性與膜蛋白（受體、轉運子、離子通道）微環境，進而影響訊號轉導、基因表現與細胞對外界刺激的反應。

講者指出現代人普遍  $\omega$ -3 攝取偏低，血液與膜中 EPA/DHA 水準「低於最佳」。以英格蘭南部健康成人的免疫細胞為例，花生四烯酸 (AA,  $\omega$ -6) 約占脂肪酸 20%，而 EPA 僅約 0.5%、DHA 約 2.5%。此  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 失衡使細胞更傾向生成 AA 衍生的發炎/促血栓物質，活化與炎症、代謝相關的轉錄因子，導致易發炎、血栓、免疫失衡與促脂肪合成等表型，增加疾病風險。提升 EPA/DHA 攝取可逆轉此環境：隨劑量與時間上升，EPA/DHA 在血球與細胞膜中累積，並「置換」部分 AA；停止補充後 EPA 下降較快、DHA 較慢，呈現明顯劑量—時間—穩定關係。

在生化機轉上，EPA/DHA 透過改變膜訊號平台，下調 NF- $\kappa$ B 活化與其靶基因（如 COX-2、iNOS）表現，抑制發炎；同時它們也是發炎「消退期」的前體，生成一類特異促消

退介質 (SPMs)，如 resolvins、protectins、maresins，主動關閉炎症迴路。細胞與動物證據之外，多項臨床試驗與統合分析顯示，補充 EPA/DHA 可降低 CRP、TNF- $\alpha$ 、IL-6 等發炎指標；在脂質代謝與心血管面向，EPA/DHA 可降低三酸甘油酯、改善凝血與血壓，部分健康聲明已獲歐洲食品安全局 (EFSA) 核可。生命歷程觀點上，DHA 對胎嬰兒視覺與認知發育尤關鍵，孕哺期建議量通常更高；然多數西方人每日攝取僅百毫克級，顯未達建議水準。

在「老化與發炎 (inflammaging)」層面，講者引用大型老年人 RCT (DO-HEALTH) 以 DNA 甲基化生理時鐘評估三年介入：含有  $\omega$ -3 的臂別在多數時鐘指標上顯示「生理老化減速」的方向與幅度，提示 EPA/DHA 可能具延緩生理老化的潛力。

整體論點回到「過去—現在—未來」：過去的證據已確立 EPA/DHA 對心血管 (降三酸甘油酯、減血栓) 與發炎調節的作用，DHA 對早期發育關鍵；當下我們對其膜—訊號—基因—脂質介質軸線的理解更完整，SPMs 成為關鍵機制支點；未來則聚焦於「分辨率生物學」在疾病預防與治療的應用、EPA 與 DHA 差異化效應、與其他  $\omega$ -3 (含藻/海藻或基改植物來源油) 的比較，以及在人群層級將建議量落實於可持續、可取得的飲食策略。

## **2.Omega-3 fatty acids; Role in the regulation of glucose homeostasis and impact on diabetes**

**(Omega-3 脂肪酸；調節葡萄糖恆定狀態的作用和對糖尿病的影響)**

**講者：C. Magnan**

Magnan 教授表示，全球成人糖尿病患者已達數十億規模，逾八成為第 2 型糖尿病 (T2D)。其病程多由多重因素，包括肥胖、飲食結構、腸道微生物、壓力與老化等；核心生理路徑是胰島素阻抗逐年加劇，胰島  $\beta$  細胞為維持血糖而過度分泌，最終功能衰竭，血糖失控而確診。脂質代謝在其中扮演關鍵角色。以高胰島素正鉗夾結合脂肪乳劑輸注的人體試驗為例，單純提高血漿遊離脂肪酸 (尤其飽和脂肪酸) 即可降低維持等糖所需的葡萄糖輸注速率，直接證實脂肪酸升高會誘發胰島素阻抗。動物與遺傳肥胖/糖尿病模型亦一致顯示：糖尿病或糖尿病前期伴隨循環脂肪酸與胰島三酸甘油酯堆積升高，支持「脂毒性」促進胰島素阻抗與  $\beta$  細胞失能的概念。

而過量飽和脂肪酸可促進神經醯胺從頭合成，活化發炎訊號、增加細胞凋亡、損害粒線體功能並抑制胰島素訊號，影響胰島與中樞 (下視丘) 兩端。其團隊以短期腦內輸注棕櫚酸酯的實驗顯示，下視丘 PKC $\alpha$  定位與胰島素路徑磷酸化被擾動，周邊胰島素阻抗隨之出現；以抑制 SPT (神經醯胺合成限速酶) 或 SMase 的藥理方式可逆轉這些效應。進一步在 Zucker 大鼠觀察到：肥胖動物下視丘神經醯胺含量升高，而補充魚油 ( $\omega$ -3 來源) 可降低其腦內神經醯胺，並改善胰島素敏感性與肝臟內源性葡萄糖生成。

相對於飽和脂肪酸的傷害， $\omega$ -3 脂肪酸 (特別是 DHA，部分證據亦含 EPA) 呈現保護性。長期西方高脂飲食的小鼠，在餵食末 8 個月補充 DHA，雖然體重未變，但空腹血糖下降、口服葡萄糖耐受改善，達到以較低胰島素分泌維持血糖的效果，顯示胰島素敏感性提升。該模

型同時顯示 DHA 可修復受西方飲食損害的腦部反應性血流，顯示中樞血流/能量代謝亦受益。機制面上， $\omega$ -3 可一方面透過膜效應與脂質介質代謝，減少 NF- $\kappa$ B 路徑活化、下調 COX-2 與 iNOS 等發炎標的；另一方面透過 GPR120/GPR40 等脂肪酸感受器啟動抗發炎訊號，抑制 NLRP3 發炎小體活化，降低 IL-1 $\beta$  的成熟釋放，減輕氧化壓力與胰島素訊號受損。這些路徑與前述「神經醯胺—炎症—粒線體—胰島素訊號」串連形成互補機制，解釋了  $\omega$ -3 在肝臟抑制葡萄糖異生、在周邊改善胰島素敏感性、在中樞緩解胰控失調的多層次效益。

### **3. Omega-3 Fatty Acids for Neuroprotection in Spinal Cord and Brain Injury**

**(Omega-3 脂肪酸在脊髓和腦損傷中提供神經保護作用)**

**講者：A. Michael-Titus**

Adina Michael-Titus 教授以神經創傷治療的視角回顧近二十年  $\omega$ -3 脂肪酸研究，以可藥理化的 DHA（相較 EPA 不可簡單互換）作為脊髓與腦創傷的「神經保護」候選策略。她首先指出，腦與脊髓創傷（TBI/SCI）是年輕族群致死致殘主因，隨高齡化而累積於老年人群；即便輕度傷也會顯著拉高日後神經退化與失智風險。臨床急性期處置在心肺穩定、顱內壓控制、止血與減壓上已精進，但仍缺乏直接保護神經組織的特異療法；長期復健雖進步，但對功能恢復的提升有限。更棘手的是傷型高度異質（受傷部位、血供、出血風險不同），現行嚴重度與結局評估工具（如 GCS/GOS）過於粗略，增添試驗設計與轉譯難度。

DHA 之高度不飽和、富集於神經膜，可調變膜微環境與受體/通道，透過 GPR120 等受體與多條訊息網路下調發炎，同時生成促消退介質（SPMs），且具粒線體保全與多靶點作用；這並非過去所誤解的「單純抗氧化」。團隊最初受動物中風模型微量 DHA 靜脈給藥成功的啟發，將之延伸至創傷領域並持續深耕。於脊髓損傷模型中，受傷後 1–2 小時即時靜脈給 DHA，配合數週富 DHA 飲食，可顯著縮小病灶空腔、保存寡樹突膠質細胞與髓鞘，減少軸突內異常蛋白聚積；在組織層面見到更豐富的軸突萌芽與運動神經元周邊突觸，行為層面則呈現精細抓握與步態的功能回復。免疫病理上，DHA 降低微膠細胞的過度活化與「吞髓」行為，緩解有害的神經發炎。值得注意的是，DHA 對創傷後慢性神經病理性疼痛同樣有效：無論即刻或延遲數週給藥，都能提高冷熱與機械痛閾，恢復自然探索行為，顯示其對「延遲型後遺症」亦具介入潛力。

在缺乏特效藥的 TBI/SCI 領域，DHA 以「抑制二次損傷、保存連結性、減少慢性後遺症」展現跨模型、跨指標的一致信號與安全優勢，具備與現行創傷照護相容的臨床可行性，值得以嚴謹的早期臨床試驗加速驗證與落地。

### **(三)Evaluating protein quality for older adults (為年長者評估蛋白質品質)**

**主持人：C. Gaudichon**

#### **1. Protein quality evaluation for older adults(長者蛋白質品質評估)**

**講者：N. Van Der Wielen (Marco Mensink)**

Mensink 教授提到人類隨著年齡增加，人體肌肉量與肌力會逐步下降，這個過程通常被稱為肌少症（sarcopenia），而飲食與運動是關鍵的兩項介入條件，部分國家，例如德國、奧地利與瑞士已將老年人的每日蛋白質建議量訂為 1.1-1.5g/kg(體重)，此外老年人也面臨著食慾下降、飽足感增強、咀嚼或吞嚥問題等，這使得老年人即便有更高的營養需求卻更難達到攝取建議量。這時食物的分量和品質就變得重要，在同樣的攝取重量之下，若食用動物性蛋白質來源會獲得比植物性來源更多的蛋白質，此外也需要關注所攝取的蛋白質品質，這通常取決於蛋白質的消化吸收率以及能提供多少人體必需胺基酸。DIAAS (Digestible Indispensable Amino Acid Score) 是目前較先進的評估方法，這種方式考量了小腸末段消化率（ileal digestibility），而非僅僅是胺基酸的存在量。

在過去研究中曾使用老鼠測量老化對蛋白質消化率的影響，研究使用了 5 週齡與 20 個月大的老鼠測量其實際糞便蛋白質消化率（true fecal protein digestibility），研究結果發現加工良好的蛋白質來源（如酪蛋白、濃縮乳清蛋白、水解乳清蛋白等）在年輕小鼠以及年長小鼠間消化率差異較小（ $\leq 5\%$ ），而在含抗營養因子的植物性蛋白中（如黑豆等），老年小鼠的消化率明顯下降了 7-17%，顯示了老年小鼠的蛋白質消化率會相較年輕小鼠更低，並且受蛋白質來源影響有不同效果。

而為了探究人類老化如何影響蛋白質消化率，荷蘭政府與民間單位共同合作進行了一項研究計畫，內容包含文獻整合、動物與人體試驗、模型建構及建立新測定方法。研究對採用了兩種方式測量蛋白質消化率，分別為穩定同位素法（Dual Stable Isotope Tracer Approach），以及小腸末端採樣（Ileal Sampling），使用抽血檢驗及採樣方式測量未被吸收的蛋白質或胺基酸量，將在後面的系列演講中介紹。

就研究結果綜合來看，對於攝取量降低的年長者來說，蛋白質品質相較於攝取量來說更為重要；並且評估蛋白質攝取時需要考量胺基酸的可利用性以及消化率，這在過去的研究中常被忽視；最後是透過初步的動物實驗以及人體試驗，顯示老年人對胺基酸的消化率可能較低，並且這種下降可能依據蛋白質來源而有所差異，這有可能影響到會影響到現行的 DIAAS 評估方式，仍需更深入的研究確認老年人消化蛋白質的能力以及是否會因為蛋白質來源種類影響，進而調整 DIAAS 評估方式在實務上的應用調整。

## **2. Difference in digestibility between young vs older adults: results from an in vivo dual isotope approach(年輕與年長者消化率差異：體內雙同位素方法的結果)**

**講者：F. Hinssen**

Hinssen 博士詳細介紹了以雙穩定同位素追蹤法（dual stable isotope tracer approach）進行人體蛋白質消化研究，首先在過去研究回顧中整理了老化會對消化系統產生的生理變化，



包含口腔功能老化（改變咀嚼能力、食物顆粒大小，影響蛋白質與消化酶的接觸面）、胃部排空時間延長（將延遲消化階段）等，然而這些改變對於蛋白質消化率的影響仍不確定。在現有的研究結果中能找到一些間接證據（如老鼠實驗、年長者進食後血中胺基酸濃度等）指向老化可能影響蛋白質消化。

研究團隊設計以三種蛋白質來源比較年輕人與老年人的消化差異，分別為乳清蛋白（Milk）、黑豆（Black beans）及高粱（Sorghum）。測量方法是先將目標蛋白質來源本身以穩定同位素例如  $^{13}\text{C}$  或  $^2\text{H}$  進行標記（intrinsically labeled），接著在一餐中同時給予測試蛋白及一個已知消化率的參考蛋白，當食物消化後兩種蛋白的氨基酸都會被吸收進入血液，當天吃下蛋白質來源後會在 8 小時內定時抽血，最後再分析血漿中兩種蛋白的同位素濃度比，並藉此推估測試蛋白的消化率。

牛奶的分析結果顯示老年人的同位素比值平均比年輕人低 14% ( $p = 0.001$ )，但整體老化影響尚不明確，且使用  $^2\text{H}$  標記牛奶蛋白質，相較於使用豬隻的小腸末端吸收率模型以及山羊奶蛋白，其同位素比值普遍低於預期。而高粱的分析結果顯示老年人的同位素比值平均比年輕人低 24% ( $p = 0.008$ )，而高粱的同位數比值與所有蛋白質來源中是最低的，顯示其消化性較差，這樣的結果與過去人體體外測試的結果呈現一致。最後是黑豆的分析結果，數據顯示老年人與年輕人並無顯著差異，並且其比值相較過去研究（人類迴腸造口以及豬隻檢測）相對較低。這種差異或許是由使用的研究方法或標記同位素種類造成，推測使用  $^2\text{H}$  標記牛奶蛋白質可能不盡理想，因為牛是異營生物無法像植物直接合成胺基酸，這種方式或許會造成最終的數值被低估，而參考其他使用雙穩定同位素追蹤法檢測出的結果，這種方式測量出的植物性蛋白質吸收率會系統性的低於那些採用 oro-ileal balance 方法的研究結果。

最終的結果證實人類的蛋白質消化率下降與老年相關，並且受蛋白質來源的影響，例如牛奶與高粱具有年齡的顯著差異，並且這個研究中使用的雙穩定同位素追蹤法雖具有創新性，但同時具有其限制，尤其是使用於植物蛋白的測量時，未來建議進一步探討蛋白質消化與人類老化之間的交互影響，並持續改善測量技術。

### **3. Changes in digestibility upon aging: an in vitro comparison using the INFOGEST protocol(老化後消化率變化：採用 INFOGEST 實驗法進行體外比較)**

**講者：V. Petit**

Petit 博士提到，有關測試人類老化與蛋白質消化的研究尚缺乏足夠的研究數據，除了高成本且耗時的臨床試驗之外，使用體外消化模型模擬年輕人與老年人的生理條件也能用來評估蛋白質的消化率。

在這個研究中，團隊使用了與前一篇同位素追蹤法相同的三種蛋白質來源：牛奶、高粱及黑豆，高粱和黑豆會在沸水中分別煮 80 分鐘和 60 分鐘之後搗碎（樣品來自同一批原料，

製備方式也相同)。研究單位以 INFOGEST 胃腸道食物消化體外模型進行模擬，其包含三個部份，口部消化、胃部消化及小腸消化，與年輕人相比，老年人模型的胃蛋白酶濃度較低、pH 值較高、胃消化時間較長（3 小時）、小腸胰蛋白酶與膽鹽濃度都較低，經過小腸模擬消化後將會收集樣品，透過甲醇沉澱將其分離為可吸收（上清液）與不可吸收（沉澱）部份，並對兩部分進行胺基酸測量、計算消化率後與人體實驗結果進行比較。

牛奶的分析結果顯示蛋白質消化效率高，且年齡組間不具有顯著差異，個別胺基酸的消化率結果亦無年齡間的顯著差異；黑豆的分析結果在年齡間亦無顯著差異；高粱分析結果在老年模型消化率顯著低於年輕模型，雖然個別胺基酸間變異性差異較大，整體上統計並不顯著，但 isoleucine、threonine、histidine 等胺基酸在老年模型亦呈現顯著較低的態樣。

將體外模型數據結果與人體試驗結果比較後發現，體外消化模型在黑豆和高粱，無論年齡組都有高估的傾向，並且在消化率較低的食物（如高粱）有較高的變異性，此外體外模型也低估了年齡對蛋白質消化率的影響。

#### **4. Meal protein quality score: a novel tool to optimize protein combinations(餐點蛋白品質分數：優化蛋白質組合的新穎工具)**

**講者：P. Grootswagers**

Grootswagers 教授指出，目前全球醫院逐步轉向植物性飲食（如紐約和荷蘭的案例），但現有資料顯示即使在以動物性蛋白為主的時代，住院病人的蛋白質攝取量也普遍不足，轉向植物性的飲食來源恐加劇這個問題。因此，須以營養科學為基礎來引導「蛋白質轉型」策略。為此，研究團隊開發了名為 Meal Protein Quality Score (MPQ Score) 的工具，同時考量蛋白質的攝取量與品質（胺基酸完整性與消化率）來進行評估，可應用於整體餐點而非單一蛋白來源。該指標依據 FAO/WHO 建議設立蛋白質與必需胺基酸需求門檻，並調整各食材胺基酸數值以反映實際消化吸收率（digestibility），最終計算出一組滿分為 100 的蛋白品質分數。

研究結果顯示，相較於動物性蛋白，植物性來源（特別是單一穀物或豆類）常出現必需胺基酸不足，且其消化率低，導致 MPQ 分數偏低。不過，藉由設計合理的胺基酸互補組合（如豆類加穀物），亦可設計出高品質的純素餐點。

講者展示由團隊開發的網路工具 Alpha Tool，用以計算餐點的蛋白質品質，證明即使不使用動物性蛋白，也能透過植物性蛋白與加工品（如植物絞肉 vegan mince）達成完整營養，實現兼顧永續與健康的住院膳食。此外，針對荷蘭純素與素食者實際餐點分析亦再次強調，蛋白質攝取策略需特別關注蛋白質的質而非僅靠增加攝取量。未來可推廣該方法至各國食物資料庫與臨床實踐，並開放進一步合作研究蛋白質攝取時機與互補策略的實證效益。

#### (四) Nutrition and Lifestyle Interventions for Healthy Aging (營養與生活型態介入：邁向健康老化)

主持人：H. Leon, R. Fielding

##### 1. Healthy Ageing: Exploring Biomarkers, Hallmarks, and Nutritional Strategies —Findings from Multistakeholder Workshop(健康老化：探索生物標記、標誌與營養策略——多方利害關係人工作坊的發現)

講者：P. De Souto Barreto

WHO 於 2015 年在《世界老化與健康報告》中，將「健康老化」定義為：「發展與維持促進老年福祉的功能能力(functional ability)的過程」，並首次提出「內在能力(Intrinsic Capacity, IC)」的概念，作為推動與評估健康老化的核心指標。內在能力由個體的生理與心理能力組成，並受環境與其交互作用所影響。WHO 進一步將 IC 劃分為六大面向：移動能力、心理狀態、認知功能、視力、聽力與活力（與能量代謝相關），作為臨床與政策端的重要依據。

Barreto 教授在演講中指出，在營養與流行病學的領域中，已有大量研究證實健康飲食與成功老化之間的關聯。其中一項具代表性的研究為 Tzu-Chen et al.於《The American Journal of Clinical Nutrition》(2023)發表的大型前瞻性世代研究，分析了超過 11 萬名美國健康成人，長達 30 年的追蹤數據。研究發現，飲食品質愈高（包括地中海飲食、DASH 飲食與植物性飲食模式），愈能提高達成「健康老化」的機率（70 歲時無重大疾病、認知與心理功能正常）。此相關性在不同族群（如高 BMI、吸菸者、不同社經地位者）皆具有一致性，顯示健康飲食對於全人老化具廣泛保護力。

在老化生物學的面向，Barreto 教授引介了「老化表徵」(hallmarks of aging)的概念，包括粒線體功能失調、慢性發炎、細胞衰老等。這些為促進衰老的分子機制，也可能成為營養介入的作用標的。例如 CALERIE 研究顯示，健康中年人若實施 25%熱量限制(caloric restriction)，可有效降低表觀遺傳學時鐘(epigenetic clocks)所測得的生物年齡，顯示飲食可望調控衰老速度。

為整合跨領域專家意見、推動生物標記在營養介入研究中的應用，ILSI Europe 健康老化任務小組於 2024 年 10 月在比利時布魯塞爾舉辦會議，召集來自老年醫學、微生物組、表觀遺傳學、營養科學與運動醫學等領域的專家，共同討論營養介入策略與生物標記的分類與標準化。討論重點包括三個層級的生物標記：分子層級（如 DNA 甲基化時鐘、發炎指標、粒線體功能）、生理層級（如身體組成變化、肌少症、骨質密度下降）、功能性層級（如 IC 的六大構面）。儘管目前尚未建立統一的黃金標準，但建立一套可跨研究比較、具實用性的指標被視為推動健康老化營養策略的關鍵。

Barreto 教授進一步分享，他所在的法國圖盧茲老化研究機構已開發出「內在能力功能曲線(Intrinsic Capacity Curves)」，類似兒童生長曲線的概念，能根據年齡評估個體功能表現與

退化軌跡，目前已納入法國的 ICOPE 健康老化照護體系，未來有望拓展至更多國家與實務場域。

最後，講者強調，營養不僅是預防疾病與延長壽命的工具，更可能透過作用於細胞與分子層級，調控衰老機制、延緩功能退化。將營養視為調節生物老化的重要介入策略，不僅有助於公共衛生政策的制定，也將在個體健康促進上扮演關鍵角色。

## **2. Gut Microbiome and Healthy Aging: the case of the Centenarians at the Nicoya Peninsula, Costa Rica(腸道微生物群與健康老化：哥斯大黎加尼科亞半島百歲老人的案例)**

**講者：A. Pinto-Thomas**

Thomas 教授介紹研究團隊在哥斯大黎加的 Nicoya 半島進行研究，當地是全球著名的「百歲藍區 (Blue Zone)」，研究共收集 29 位百歲人瑞及其兩代後代，超過 240 個樣本，並搭配哥斯大黎加健康老化研究 CRELES (Costa Rican Longevity and Healthy Aging Study) 與 AGP (American Gut Project) 問卷蒐集生活習慣與健康資料，目的在探索腸道菌相在健康老化中的潛在作用。

初步的研究結果發現，長壽者的微生物多樣性更高、益生菌保留程度高、健康預測指數 (Increased Survival Index, ISI) 與菌群健康正相關。在生態學中，腸道多樣性與生態韌性相關，當多樣性越高對壓力與失衡的恢復能力就越強；此外，在一般情況下老化過程中常伴隨 pathobionts (潛在致病菌) 累積，但百歲族群仍保有高比例的益菌，尤其是 *Akkermansia* 菌屬，是一種已知與腸道黏膜屏障與健康老化相關的重要菌株；研究團隊將年齡、性別與共病整合評估個體預期壽命 (ISI)，結果發現，ISI 正值者 (預期長壽者) 也有更健康的腸道菌相組成；所有樣本皆於 2019-2020 年初 (疫情爆發前) 收集，在後續觀察也發現 ISI 為正值的參與者在 COVID 疫情中存活率較高。

研究團隊使用 21 份樣本深入進行總體基因體定序 (Metagenomic Sequencing)，建立了超過 1000 個 MAGs (Metagenome-Assembled Genomes)，在這些結果中研究者找出了幾個具有益生潛力的菌株，包含第一代益生菌 (first-generation probiotics)：如 *Lactobacillus* (乳酸桿菌) 與 *Bifidobacterium* (雙歧桿菌) 以及第二代益生菌 (second-generation probiotics)：如 *Akkermansia*，這種菌已知與腸道屏障功能與健康老化密切相關。研究團隊成功分離並培養出 *Akkermansia* 屬的兩個 clades 分別命名為「橘色組 (AmI)」與「紫色組 (AmII)」，橘色組可能為 Nicoya 長壽者特有的新菌種，其 DNA 結構接近 *A. muciniphila*，具更高的黏液降解酶與碳水酵素表現並且與紫色組呈現互斥，此外針對一代益生菌研究團隊為了評估菌株應用於食品的潛力則進行了耐酸性與模擬胃腸通過的測試。

研究中的重要發現包含 Nicoya 長壽者的腸道菌相具獨特性、普遍維持良好的生活習慣，包含均衡飲食、日常活動、規律作息與強烈社交支持等，長壽者菌相中的特有益菌群，特別是 *Akkermansia*，可能為未來開發新型益生菌的重要來源。



### 3. Raising Awareness of Sarcopenia(提高對肌少症的認識)

講者：R. Fielding

隨著全球人口快速老化，肌肉流失所導致的行動能力衰退已成為重要公共健康議題。根據美國 2018 年公佈的普查資料，在 65 歲以上且居住於社區的長者中，有約 39%（近 1800 萬人）自述有走路或爬樓梯的困難，其中有 1000 萬人完全無法進行這些活動。這些功能障礙多與隨年齡出現的骨骼肌質與功能退化有關，且骨骼肌本身為高度代謝活躍的器官，不僅參與能量代謝、運動與營養反應，更具備分泌肌肉素（如 irisin、myostatin）等內分泌功能。

Fielding 博士特別強調，肌肉功能與壽命間的關聯為跨物種現象——無論果蠅、實驗鼠或人類，運動能力的下降都與死亡率提高密切相關。例如在人類的研究中，行走速度與預期壽命有強烈正相關，即使在 90 歲族群中，走得較快者壽命仍較長。

針對肌少症的定義，回顧過去 10 多年間不同國際組織所提出的版本，包括歐洲工作小組（EWGSOP）、亞洲工作小組（AWGS）、美國 NIA 支持的 SDOC 等，雖定義略有差異，但逐步趨向證據導向的標準。目前主要共識認為，肌少症應包括三個核心面向：肌肉質量降低、肌力減弱、與身體功能不良。然而，標準化測量方式與臨床適用性仍有待進一步整合。

為促進全球共識，Fielding 與多位國際學者推動成立了全球肌少症領導倡議（GLIS），由來自歐、美、亞、澳的老年醫學與運動營養專家共同參與。該倡議已於 2024 年發表了《術語彙編》與《概念定義》，目前正致力於制定具臨床可操作性的「操作性定義」，預計於 2026 年第一季發表。

然而，肌少症在一般臨床醫師與照護者中的認知仍偏低。在一項針對美國家庭醫師與內科醫師的調查中，有超過 30% 表示完全不熟悉肌少症；澳洲調查也顯示，多數基層醫師與護理人員僅略知其意，對其臨床意義缺乏具體認識。因此，Fielding 團隊與 ILSI 正籌備發展全球推廣策略，第一階段將針對醫療專業人員推出一套免費的線上教育課程（webinar），提供持續教育學分（CE credits），預計於 2025 年 10 月上線。此後，也將逐步擴展至一般民眾教育，強化對肌少症的早期識別與介入。

肌少症是全球性、進行性且可預防的老化相關疾病，與死亡率、跌倒風險、失能有直接關聯，應被納入公共健康策略中，並透過統一定義與跨國合作推動更有效的防治與教育工作。

## **B.營養建議的未來發展**

### **(一) Future recommendations for Individualized Nutrition across the lifespan**

#### **(對整個生命週期個人化營養的未來建議)**

本場科學研討會由 M. Gonzalez Gross 主持，計有 6 位演講者。

#### **1. Eating behaviours and psychological traits in toddlers**

##### **(幼兒的飲食行為和心理特徵)**

**講者：L. Moreno Aznar**

早期餵養方式對兒童的飲食行為養成具有影響性，持續超過四個月的母乳餵養(Breastfeeding)的孩童，在 3 至 6 歲時有較低的食物挑剔(food fussiness)。在副食品的導入上(Introduction of solid foods)，該研究比較了傳統湯匙餵食、嬰兒主導式斷奶(Baby-led weaning)及混合方式。結果顯示，嬰兒主導式斷奶與孩童在 3 至 6 歲時較高的食物享受度(enjoyment of food)和較低的食物挑剔有關。

透過系統性文獻回顧發現，「享受食物」和「食物反應性(food responsiveness)」這兩種飲食行為，與同時攝取較多的健康及不健康食物有關，例如蔬菜、水果、白麵包和巧克力等。兒童世代研究結果，男童「享受食物」與較高的健康食物（如雞蛋、海鮮、蔬菜、水果、全穀類）攝取量相關。相反地，「食物挑剔」則與較低的健康食物（如魚類、海鮮、蔬菜、水果、堅果）攝取量相關。在女童中也觀察到類似的趨勢，但關聯性較少。青少年研究結果，強烈的進食動機與較高的食物及高能量密度食物的攝取量有關，為應對情緒壓力而進食（情緒性進食）也與較高的食物及高能量密度食物攝取量有關。

另外，系統性回顧也指出，不同的飲食行為特徵與 BMI 的高低有顯著關聯。與較高 BMI 相關的行為：食物反應性(Food responsiveness)、享受食物(Enjoyment of food)、情緒性過食(Emotional overeating)；與較低 BMI 相關的行為：飽足感反應性 (Satiety responsiveness)、進食速度慢 (Slowness of eating)、食物挑剔 (Food fussiness)、情緒性進食不足 (Emotional under eating)。

#### **2. Gut exfoliome analysis for personalized nutrition in children and adults**

##### **(兒童和成人個人化營養的腸道脫落細胞分析)**

**講者：E. Larqué Daza**

Daza 教授說明創新的非侵入性技術，分析腸道脫落細胞(gut exfoliome analysis)，在兒童



與成人的個人化營養上的應用。

傳統上，要評估腸道狀態需要透過侵入性的活體組織切片(biopsy)或非常間接的標記物，這對於研究飲食或治療對腸道的影響，尤其是在兒童身上，是一大限制。現在有一種新技術，可以從糞便樣本中分離出每天自然脫落的腸道上皮細胞。其是透過利用人類 RNA 特有的 poly(A)序列，可以將這些人類細胞的 RNA 從大量的細菌 RNA 中分離出來，進而分析腸道的基因轉錄體(transcriptome)。因其屬非侵入性技術，僅需少量糞便樣本即可進行，且分析的 RNA 來自整個腸道（包含小腸與結腸）的混合體，能提供全面的腸道狀態資訊。此技術最初用於結腸癌研究，但現在可應用於評估不同飲食、營養素在生命各階段對腸道的影響。

Daza 教授提出了兩個利用此技術進行的兒童研究案例：

(1) 探討「體重快速增加」(Catch-up Growth) 的機制：

研究團隊利用此技術分析了出生後三個月內體重快速增加的嬰兒。研究結果顯示，這些嬰兒體內與核糖體(ribosomes)和氧化磷酸化(oxidative phosphorylation)相關的基因表現是「向下調控」(down-regulated)的。這意味著這些嬰兒的身體傾向於不消耗能量，而是將其儲存起來，從而促進了體重的快速增加。此現象也可能解釋了為什麼這些兒童未來罹患非酒精性脂肪肝等疾病的風險較高。這些被向下調控的基因，可作為偵測體重快速增加及未來肥胖風險的生物標記(biomarker)。

(2)評估母乳中的特定成分對嬰兒腸道的影響：

研究旨在評估母乳中含有的多胺(polyamines)是否需要被添加到嬰兒配方奶中。結果發現，透過比較攝取高含量與低含量多胺母乳的嬰兒，他們的腸道免疫系統相關基因的表現有所不同。這證明了此技術可用於評估特定飲食成分或新嬰兒配方奶成分對嬰兒腸道健康的影響。

Daza 教授演講中也提及，此技術同樣適用於成人研究。例如，美國有研究團隊利用此技術評估魚油與纖維對老年人的影響，發現這種飲食組合能夠降低體內的免疫與發炎指標，並影響胰島素相關路徑。

所以，這種利用腸道脫落細胞的非侵入性分析方法，是一種強大的工具，可用於：了解疾病的病理機制，例如體重快速增加背後能量節約理論；偵測疾病風險的生物標記，以預測未來的肥胖與相關病症；評估特定飲食或營養成分的效果，無論是在兒童還是成人身上，為個人化精準營養提供重要的資訊。

### 3. Early immunonutrition for healthy aging(早期免疫營養促進健康老化)

講者：A. Marcos Sánchez

全球 65 歲以上人口正快速增長，預計到 2050 年將佔全球人口的 22%。老化常伴隨著許

多非傳染性疾病(non-communicable diseases, NCDs)，而這些疾病本質上都與發炎(inflammatory diseases)和感染有關。隨著年齡增長，我們的免疫系統也會老化。這種現象，加上環境污染、肥胖和不健康的生活方式，會顯著增加疾病和死亡的風險。因此，免疫系統的狀態是健康狀況的良好指標，也是長壽的預測因子。故預防是關鍵，從生命之初就開始預防，以避免日後非傳染性疾病的發生。

幾乎所有主要的非傳染性疾病（如第二型糖尿病、心血管疾病等）都與腸道菌群的改變（即腸道菌群失衡，Dysbiosis）有關。塑造健康腸道菌群的關鍵時期在生命早期。影響因素包括：分娩方式、母乳餵養、生命最初兩年的飲食、居住環境（城市或鄉村）、父母的營養狀況，以及藥物攝取等。目標是讓免疫系統和腸道菌群都能良好地成熟發展。菌群隨年齡的變化，母乳餵養的嬰兒體內有大量的比菲德氏菌(Bifidobacteria)，隨著年齡增長，菌群會發生轉變。老年人的厚壁菌門(Firmicutes)和比菲德氏菌通常較少，而變形菌門(Proteobacteria)則較多。比菲德氏菌的數量在出生時達到高峰，成年期趨於穩定，但在老年期會顯著下降。故腸道菌相在老化過程中的轉變與重新適應，是未來預測老化或進行介入的可能目標。

一個健康的腸道不僅是沒有疾病，還包括理想的腸道結構與功能，以及最佳的微生物組成。不健康的狀態通常與菌群改變和腸道通透性增加（即腸漏，Leaky Gut）有關。老化會促進體內的發炎狀態，這會改變腸道環境，進一步導致菌群失衡，形成惡性循環，最終導致不健康的狀況。維持腸道生態系統中促炎與抗炎過程的平衡(homeostasis)對於健康老化至關重要。

所以應提倡「免疫營養學」(Immunonutrition)，透過關注壓力、食物、體能活動和體重，來提升生活品質，並預防感染和發炎過程。建議攝取發酵食品和「生物性」食品，如益生菌(probiotics)、益生元(prebiotics)和合生元(synbiotics)。

在日常生活上，應建立健康的腸道菌相，預防營養不良，注意體重管理與規律的體能活動，確保充足且優質的睡眠，以及妥善管理心理健康。

#### **4. Genetic-based personalized precision nutrition（基於基因的個人化精準營養）**

**講者：J.A. Martinez**

生物體可觀察到的特徵（表現型, phenotype），取決於其基因型 (genotype)。而基因型會與微生物體 (microbiome) 和其他環境因素（特別是飲食）相互作用，進而影響基因表現，並最終影響疾病風險。許多基因都與食物攝取、新陳代謝等過程有關。

早期的研究就已證實肥胖與遺傳有關。透過全基因組關聯性研究 (GWAS)，科學家已發現大量與新陳代謝、心血管疾病、糖尿病和肥胖等非傳染性疾病相關的基因。研究已能夠根據特定基因（例如 FTO 基因）的基因型，來量化一個人可能增加的體重公斤數。這使得計算「遺傳風險分數 (genetic risk score)」成為可能，用以評估個人罹患肥胖的風險。

「基於基因互動的飲食建議」，這正是營養遺傳學的基礎。個人的基因型會影響減重成效，甚至復胖的機率。在一項早期的研究，該研究以 **FTO** 基因作為肥胖遺傳標記的參考。研究發現，綜合考量 **FTO** 基因型、**BMI**、體能活動、血糖和膽固醇等因素，可以開立出 243 種不同的飲食處方。

未來如果要發展一個有價值的基因檢測，應符合三個標準：1.包含盡可能多的基因多樣性；2.多些基因與多種疾病（如高血壓、肥胖、糖尿病）相關；3.基因的效果可以被飲食所調控或改變。

更進階的研究則不僅考慮基因，還整合了性別、年齡、初始體重、能量攝取、體能活動及個人食物偏好等多重因素。

研究團隊挑選了 97 個與能量代謝相關的基因變異(SNPs)，並對受試者進行兩種不同的熱量限制飲食（中高蛋白飲食 vs. 低脂飲食）。研究結果顯示，透過整合分析所有這些變數，研究人員可以為不同的個體指出哪一種飲食方案更為合適。這項初步研究證實了這種多因素整合方法在促進個人化飲食處方上的潛力。

個人化精準營養的目標並非推廣一種適用於所有人的「最佳飲食」。而是希望根據每個人的基因、表現型和曝露體(exposome)的多樣性，提供一個「合適的飲食範圍」。要實現這一目標，必須整合各種資訊，包括基因、表觀遺傳學、家族病史、文化、過敏、體能活動以及各種「體學」(omics) 數據。在數位化時代，可以透過人工智慧(artificial intelligence)的輔助，將能更有效地整合這些複雜的資訊，應用於健康與疾病的管理。

## 5. Nutrition and metabolic Health(營養和代謝健康)

講者：M.D.C. Piernas Sánchez

為何要研究「行為表型」而非單一營養素？因為人類的行為（如飲食和生活方式）是複雜且同時發生的。例如，飲食健康的人可能同時也較少吸菸、飲酒，且運動量更大。而且在觀察性研究中，也很難將單一因素（如某種食物）的影響從其他共存的行為中剝離出來。使用更全面的「行為表型」定義，可以捕捉更複雜的關係和累積的暴露效應，從而發現其與非傳染性疾病 (NCDs) 之間更強的關聯性。

對於不健康飲食模式，可透過「降階迴歸」(reduced rank regression)方法辨識。研究團隊在英國生物樣本庫(UK Biobank)數據中，識別出了一種與多種健康問題相關的飲食模式。這個模式的特徵是：攝取大量巧克力、糖果、奶油、低纖維麵包和糖，同時很少攝取高纖維穀物、蔬菜和水果。另一項研究發現，人們遵守的健康飲食建議（如關於飽和脂肪、糖、蔬果和纖維的建議）越多，其全因死亡率 (all-cause mortality) 的風險就越低。

有一項研究挑戰「只要生活方式健康，肥胖就無害」的假設。結果顯示，即使一個人遵守了所有其他健康生活方式的建議（如不吸菸、適量飲酒、健康飲食和規律運動），只要其身

體質量指數(BMI)過高（即肥胖），其全因死亡率的風險仍然會顯著增加。所以這個結果，傳達了一個強而有力的訊息：「無論你做了什麼其他健康行為，體重仍然至關重要」。因此，幫助人們達到並維持健康體重仍是公共衛生的重點工作。

超越傳統方法，講者介紹她在格拉納達大學(University of Granada)進行的最新研究，該研究整合了多種數據來源，特別是代謝體學 (metabolomics) 和蛋白質體學 (proteomics)。在預測指標的研究上，研究團隊發現了一個由 40 多種代謝物組成的「代謝體學特徵(metabolomic signature)」，這個特徵反映了前述的不健康飲食模式。重要的是，這個代謝物特徵與 12 年後健康結果的關聯性，遠比單獨分析飲食模式本身要強得多。同樣地，他們也找到了與心肺適能(cardiorespiratory fitness)的多體學特徵，這些特徵在預測全因死亡率方面，也比傳統指標更為有力。

營養研究領域正從分析單一暴露因素，轉向更廣泛、更複雜的行為模式。維持健康體重是預防疾病的關鍵，即便在其他生活方式都健康的情況下也是如此。未來的精準營養需要整合多體學數據、個人對飲食的反應、微生物體等資訊，以更深入地理解疾病機制，並為個人化健康提供更有效的策略。

## **6. Physical activity for health maintenance age disease prevention**

### **(身體活動對老化性疾病的預防)**

**講者：M. Gonzalez Gross**

老化會帶來的生理變化，身體隨著年齡增長，會出現一些生理變化，例如身高可能因骨質疏鬆而變矮，同時會流失肌肉量、肌力、肌肉功能（肌少症, sarcopenia），以及最大攝氧量（心肺適能）。而大腦的老化，使得資訊處理速度變慢、多工處理能力下降有關，但常規的記憶和知識應保持穩定甚至提升。偶爾忘記事情是正常的，但忘記近期發生的重要事件則可能是個警訊。

體能活動能對身心健康帶來好處。人體有大約 600 條肌肉，並透過運動神經元與神經系統緊密相連。因此，活動肌肉對於維持健康的精神老化至關重要，包括：改善身體組成，包括減少脂肪、增加肌肉量和提升骨質密度；降低心血管疾病風險，改善血脂狀況並減少胰島素阻抗；提升自信心、改善情緒、促進社交互動，甚至有助於學業表現，並可能預防吸菸等不健康行為等。肌肉在運動時會分泌「外泌因子」(exerkines)，這些物質會與全身所有器官（包括大腦、皮膚、腸道等）進行溝通。換言之，活動或不活動肌肉，會對全身健康產生深遠影響。例如，規律運動有助於維持更健康的腸道菌相，並透過腦源性神經營養因子(BDNF)促進大腦健康。運動有助於預防與死亡風險直接相關的肌少症。

一般的建議是每週進行至少 150-300 分鐘的運動，並包含兩天的肌力訓練。隨著年齡增長，還應加入平衡和多面向的綜合訓練。僅僅做運動是不夠的，還必須限制久坐的時間。一項研究顯示，運動量越多且坐著的時間越少的人，死亡風險最低。即使每週運動量超過 420

分鐘，如果每天坐著的時間超過 8 小時，風險仍然會開始增加。另一項研究發現，每天將 60 分鐘的久坐時間，替換為中等強度的活動甚至是睡眠，都與較低的憂鬱和焦慮症狀有關。

運動即良藥 (Exercise is Medicine)，各項研究正朝向為各種非傳染性疾病，找出最有效的預防和治療運動處方。如果能在生命的「關鍵時刻」進行介入的概念，例如，在兒童時期（6 歲前）培養良好的動作技能，以預防日後的不好動；或是在老年時期介入以預防肌少症。如同營養學的發展，體能活動領域也正從一般的公共衛生推廣，邁向更具精準性的個人化建議，這也是「全球促進體能活動聯盟」的新策略方向。

## C.全生命期的公共衛生與營養

### (一) Sweet taste in the diet: implications for nutrition and health

(飲食中的甜味對營養與健康的影響)

主持人：K. De Graaf

主持人在開場先說明，在營養學領域，「感官方面」(sensory aspects)通常是最被忽略的層面之一。雖然營養學家一直在談論巨量和微量營養素，並試圖說服人們採取更健康的行為，但這實質上是一個感官問題，而非單純的營養問題。許多膳食建議都與減少脂肪、糖和鹽的攝取量有關。然而，脂肪、糖和鹽是人們普遍喜歡的，無論是年輕人還是老年人都喜歡。但公共衛生建議正在反對多數人喜歡的東西，而這些東西能帶給人們享受和快樂。

1990 年代美國莫奈爾中心(Monell group)在鈉/鹽方面的基礎研究。這些研究發現，當食物中的鹽濃度降低時，人們對鹽分的最佳偏好濃度會根據暴露程度進行調整。這些基礎發現促成了全球性的公共衛生營養政策，旨在降低飲食中的鹽分水平，並試圖調整人們對鹽分的最佳偏好。但鹽不是糖。然而，許多人基於對鹽的類比，認為同樣的情況可能也會發生在甜味上。從發展心理學和食物偏好發展的角度來看，「暴露會產生偏好」(exposure breeds preference)是眾所周知的事實。因此，邏輯上推斷，如果降低飲食中的甜度，人們將習慣於較低的甜度，較低的甜度或糖分也將被接受。這種假設體現在公共衛生組織（如泛美衛生組織和國家衛生局）的建議中。他們建議不應使用低熱量甜味劑來替代糖，因為這會讓持續人們喜歡甜味，並持續攝取過多的糖。世界衛生組織 (WHO) 報告也建議，成人和兒童應將糖分攝取量減少到更低的程度。

本次會議的主題正是檢視甜味是否能像鹽一樣調整偏好。很榮幸能夠呈現剛完成的幾項新的隨機臨床試驗 (RCT) 的數據。本場次會議將進行的三場演講。

#### 1. Snack, Smiles, and Taste Preferences: A Randomized Controlled Trial of Preschoolers and Caregivers(針對學齡前兒童及其照護者的隨機對照試驗)

講者：J.O. Fisher

研究者旨在透過一項隨機對照試驗，減少幼兒的添加糖攝取量，並同時降低學齡前兒童

及其母親對甜味的偏好。

甜味的根本吸引力，加上食物供應中游離糖的普遍存在，對公共衛生產生了不可否認的負面影響。有研究估計，含糖飲料是造成 184 個國家第二型糖尿病和心血管疾病發病率增加的顯著因素。在美國，即使是學齡前兒童，其糖分攝取量也遠高於世界衛生組織 (WHO) 和美國的現行指南限制。零食是幼兒飲食中游離糖攝取的重要切入點，而含糖飲料、烘焙食品、糖果和甜點是主要的糖分來源。有確鑿的科學證據顯示，兒童特別容易受到糖分的影響，他們始終比成人更喜歡高濃度的營養性甜味劑以及低熱量甜味劑。

研究為執行四個月的兩組隨機對照試驗，採用「兩管齊下」的方法對學齡前兒童及其母親進行介入：

(1)主要方法 (零食暴露)：為參與者提供重複暴露於低甜度和低糖分的日常零食。

實驗組的零食含糖量約為對照組的一半。兩組零食均不含低熱量甜味劑(low calorie sweeteners)，但實驗組額外提供了水果，以符合水果和蔬菜的現行建議。

(2)次要方法 (母親教育)：向母親/照護者提供指導和教育。

教育內容涵蓋幫助照護者識別高添加糖食物和更健康替代品的「交通燈法」(stoplight approach)。介入的動機是與照護者關心的事項聯繫起來，研究發現母親更關心糖分與口腔健康的關係，而非肥胖預防。因此，介入內容包括了牙醫諮詢。實驗組的母親被指示避免主要添加糖來源和低熱量甜味劑，限制含糖飲料，並將其從家中清除。

研究結果顯示，在攝取量上，從試驗中期開始，實驗組兒童的糖分攝取量顯著低於對照組，這些差異持續到試驗結束，並在一個月的延遲追蹤後仍保持不變。在母親攝取量的連帶效應上，實驗組的母親在介入期間的添加糖攝取量也出現下降，這表明了潛在的家庭層面的連帶效應。試驗結束時，實驗組中約 80%的兒童和母親達到了 WHO 對游離糖的限制標準。實驗組兒童從含糖飲料中獲取的每日總能量比例從基線的約 10%降至試驗期間的 3%。另外，介入對能量、其他巨量營養素、鈉或身體測量指標（無論是兒童或照護者）均無影響，對兒童偏好的蔗糖濃度（甜味偏好）沒有產生任何變化，對味覺的喜好度或低糖食物的隨意攝取量沒有影響。研究數據與數十年的發現一致，即兒童比照護者更喜歡更高濃度的甜味。

本次試驗的成功在於幫助兒童和照護者達到了 WHO 的游離糖標準，而這似乎並不取決於改變兒童對甜味的偏好。其成功可能歸功於兩管齊下的方法：1.提供了受歡迎的低糖零食（可能是因為它們更鹹），因為鹹味是兒童另一種偏好的味道。2.將介入重點與照護者真正關心的問題（例如口腔健康）聯繫起來。從公共衛生角度來看，本研究是一個積極且充滿希望的訊息，證明兒童願意接受這些零食，且該結果對母親來說是一種動力。

## **2.Sweet taste exposure, sweet taste perceptions and sweet food intakes(甜味暴露、甜味感知和甜味食物攝取量)**



**講者：K. Appleton**

WHO 及其他公共衛生組織目前建議全球減少游離糖 (free sugar) 攝取量，並為此建議減少甜味消費。然而減少甜味消費 (sweet taste intake) 與減少糖分攝取 (sugar intake) 並非完全相同。我們仍可能從許多不甜的食物中攝取糖分。而且由於低熱量甜味劑 (low calorie sweeteners) 的出現，我們可以在不消耗糖分的情況下感受到甜味。

關於甜味暴露會導致對甜食的喜好、偏好或攝取量增加的假設，目前的證據相當薄弱。以 2018 年系統性回顧（以及 2023 年的更新）得出結論：沒有清晰、一致的證據支持甜味暴露與隨後的甜食偏好或攝取量之間存在關聯。

本次隨機對照試驗(RCT)的目的，在於研究一項整體飲食甜味暴露干預對甜味感知和甜食攝取量的影響。以 104 名英國成年人（他們必須是經常吃早餐的人）為對象，分成三組（增加甜味暴露組、減少甜味暴露，以及不改變飲食的控制組），為期六天的介入活動。參與者收到信封內的指示，告知他們要增加或減少甜食攝取。介入意圖涵蓋全天的整體飲食，且研究人員在整個試驗過程中保持盲態。在第 7 天評估甜食偏好和甜食攝取量，評估方式包括品嚐測試(taste test)和自由進食(ad libitum)早餐。

研究主要結果測量，包括食物的愉悅度 (pleasantness)、進食慾望 (desire to eat) 或早餐時的甜食攝取量，各組之間沒有發現差異，所以飲食中的甜味暴露不影響甜食的感知愉悅度、進食慾望或攝取量。其中有趣的發現是，被要求減少甜食攝取的參與者，在介入活動結束後報告所有食物的甜味強度感知都有所增加。而這可能與短時間內極端的飲食變化程度有關。

在糖分攝取量與總食物攝取量（以重量和能量計）的關聯性比與甜食攝取量的關聯性更強。這再次證明糖分攝取與甜味攝取略有不同。實驗過中，被要求減少甜食攝取的參與者報告執行介入的難度，明顯高於被要求增加甜食攝取量的參與者。

這項研究結果與現有回顧一致，支持甜味暴露不會影響對甜食的偏好和攝取量。鑑於人們覺得減少甜味攝取特別困難，要求人們減少甜味攝取作為一項公共衛生策略，成功的可能性很低。

### **3.Results of the Sweet Tooth Trial: The effect of a 6 month low, regular or high dietary sweet food exposure on sweet taste liking and perception, and weight status(愛吃甜食試驗的結果：6 個月低、一般或高度飲食甜食暴露對甜食的喜好和感知以及體重狀態的影響)**

**講者：M. Mars**

甜味是飲食的一部分，並且深受人們喜愛。雖然限制游離糖攝取非常明確，但有些公共衛生建議也側重於限制甜味攝取。目前沒有足夠證據支持減少甜味暴露會導致人們減少對甜味的喜愛。本項研究將討論，人們對甜味喜愛度是否可以被修改？通過飲食調整，將甜味攝取量降低或提高，對人們的喜愛度有何影響？

甜食偏好試驗(Sweet Tooth Trial)設計：

評估為期六個月的低甜度、一般甜度及高甜度飲食暴露，主要對甜味偏好和喜愛度的影響。同時也關注甜味強度感知、食物選擇與攝取量。將 180 名健康的成年人隨機分配到下列三個飲食組，參與者會收到食物包裹（包含約 50%的每日飲食）和菜單，他們可以隨意食用 ad libitum）。介入飲食在熱量和微量營養素成分上是可比的。

- 1.低甜度組 (Low)：來自甜味食物的熱量占每日總熱量百分比為 10%至 15%。
- 2.一般甜度組 (Regular)：來自甜味食物的熱量占每日總熱量百分比為 25%至 30%。
3. 高甜度組 (High)：來自甜味食物的熱量占每日總熱量百分比為 40%至 45%。

在試驗開始、第 1、3、6 個月進行測量，並在停止介入後 1 個月和 10 個月進行追蹤測量。主要測量指標包括：

- 1.甜味偏好與喜愛度：在實驗室內進行的感官測試，測試六種不同食物（三種熟悉，三種不熟悉）在不同甜度下的喜愛程度（愉悅曲線/Hedonic Curve）。
- 2.甜味強度感知：使用相同的食物，但要求參與者在線性量表上評估甜味強度。
- 3.實驗遵從度：通過每月 24 小時飲食回顧和每月 24 小時尿液樣本（測量糖分和非熱量甜味劑的排泄）來評估參與者是否遵守飲食規定。

研究結果顯示，在介入前後，無論是低甜度還是高甜度飲食，參與者的甜味偏好曲線（喜愛度）基本保持不變。這與研究團隊的假設不符。六個月後，參與者對甜味的感知強度也沒有改變。參與者在實驗室自助早餐中選擇的食物類型或總熱量攝取量沒有差異。介入期間，參與者的體重保持穩定，沒有改變，測量的血液標記物也未發生變化。在遵從度上，儘管研究人員提供了大量甜食，但高甜度組（High Group）的參與者未能達到預期的甜味攝取目標（實際達到 27%，原目標是 40%-45%）。這表明即使甜食是隨時可得的，他們也沒有過度攝取。

從研究結果瞭解，無論是低甜度還是高甜度的甜食暴露，都不會改變人們的甜味偏好、甜味感知、食物選擇或能量攝取。也就是，如果將建議減少甜味食物的暴露（甜味）作為公共衛生策略，不太可能有效。

## **(二)Transforming Europe's out-of-home food sector- the role of policy in promoting healthier choices and how science can help (改造歐洲外食產業:促進更健康選擇的政策角色與科學的助力)**

主持人：S. Jebb

### **1. Integrating nutritional criteria into public procurement for a healthier Europe(將營養標準納入公共採購，以促進更健康的歐洲)**

講者：A. Perez-Cornago

Perez-Cornago 博士介紹了有關公部門採購（public procurement of food）以及歐盟聯合研

究中心（Joint Research Centre, JRC）提出的「歐盟永續公共餐飲採購新標準」草案。

公共餐飲採購指的是公部門以公共預算購買食物或膳食服務，例如：學校餐廳、醫院、護理院、安養機構、監獄及所有公共機關的餐飲服務，一開始政府的綠色公共採購著重於環境面向（2019 年），中期開始漸漸納入營養方面的評估（2023-2024 年），到近未來（2025 年）擬定納入營養層面，共計三大面向進行永續公共採購，包含環境面、經濟與社會面以及營養標準。

歐洲國家層級的營養政策目前有 9 國採立法規定、4 國以營養指南實施、1 國同時具有法律規定與營養指南，這些營養政策在分類上有兩大面向，分別是針對營養素類別（例如鹽、糖、脂肪等），另一種則是食物種類（如水果、蔬菜、肉類等）。檢視這些營養準則後發現，多數的政策都只針對學齡對象，較少有國家針對患者、或是安養機構的長者制定營養標準；並且大多準則都制定得較為模糊（例如建議「減少鹽攝取」），這樣會難以實際執行與進行健康監測；此外大多國家的營養標準是以「每日攝取量」作為單位而非「每餐」，但大多公共餐飲服務一日僅提供一或兩餐，容易導致攝取量不足。

為了進一步探討 0-3 歲托育機構的營養標準，研究團隊依據世界衛生組織（WHO）、北歐營養建議方針（NNR）以及歐洲食品安全局（EFSA）統整了一套營養評估框架，之後再針對 26 個歐盟成員國的官方營養政策進行評估分析。以鹽的規範為例，團隊從是否限制高鹽食物、是否禁止烹調中添加鹽等兩面向進行分級評估。結果發現，僅 4 國有明確禁止提供高鹽食物，18 國雖提及限制但缺乏具體操作規定，其餘 5 國則未提及；在烹調鹽分管理方面，僅 6 國有明確規定，14 國僅部分提及，另 6 國則完全未涵蓋此議題。整體來看，各國現行政策缺乏一致性與操作性，為了填補這些落差，JRC 參考了各國標準並整合國際最新的飲食指南，制定出一套全新、且可自願採用的營養準則，以提供各國作為政策制定的參考。

這套標準分為兩大部分，一是必須遵守的技術規格（Technical Specifications），二是評選加分標準（Award Criteria）的額外項目，以鹽相關技術規範（TS）舉例，投標廠商必須監控食品鹽含量（包含監測食物原有鹽分及額外添加鹽份、使用標準食譜估算鹽量並將加工食品鹽份納入計算等）、依年齡提供適齡的含鹽菜單（包含幼童及 6 歲以下兒童食品禁止添加鹽、3 歲以下兒童僅可吃每 100 克少於 0.3 克鹽的低鹽麵包或無鹽麵包等）、設計驗證機制（在投標提案附上食譜與菜單範例、說明如何監控並遵守相關標準）；而評選加分標準（AC）則是包含：所有年齡層不提供可自由添加的鹽、僅供應無鹽堅果、不提供鹽份高於 1g/100g 的食品（包含加工肉品、加工起司、魚類罐頭）等相關規定。此外這個營養標準也包含魚類與肉類建議、塑膠盒包材永續性、長照或高齡者的飲食需求以及推動過渡期政策建議等。

這個新的營養標準將填補歐盟公共食品採購中的執行落差及空缺，並促進會員國之間的平等競爭環境，最重要的是將營養標準納入永續發展的整體政策架構之中，讓政府部門的採購不只是考量生態環境，同時也促進全民健康。

## **2. How public procurement drives food system change(公共採購如何推動糧食系統的變革)**

**講者：B.B. Madsen**

Madse 介紹了哥本哈根如何透過公共餐飲採購政策 (public food procurement)，成為推動永續食物系統轉型的實際範例。講者以自身並非營養或餐飲背景出身為引，強調正因如此更深刻體認到「採購人員」如何成為鏈結政策、供應商與餐廚端之間的重要關鍵角色。

哥本哈根每日提供約 11.5 萬份公餐，涵蓋嬰幼兒、學童、高齡者及社會弱勢群體，全年採購食品高達 9,000 噸，食品預算占丹麥公部門採購總額的 10%，年消費額達 4,200 萬歐元。這樣的採購規模，使公共部門具備強大的市場影響力，可引導整個供應鏈朝向更健康、更永續的方向發展。

哥本哈根市政府從 2001 年即設定「90%有機食材使用率」的政策目標，目前已達到約 88%，並透過政府監管制度，根據發票與公斤數據定期核查各廚房是否達標。這項政策最初源於保護地下水資源與農田土壤，但已進一步擴展為永續飲食與健康飲食並行的政策主軸。雖然政策本身重要，但「如何落實到採購制度」才是真正關鍵。透過明確的技術規格與加分標準，他們曾成功要求供應商提供多樣化的在地蘋果品種（最終合約包含 38 種），促進小農參與、強化地方農業網絡，講者指出：「當政府採購什麼，市場就提供什麼」，因此具有明確的規範是非常重要的。

在實踐面上，哥本哈根大部分公餐為現場烹調 (on-site cooking)，聘有約 1,700 位廚房人員。市政府為其開發近千道永續食譜，並設計「食育學校」(food schools)，讓學童親自參與備餐、學習蔬果知識、參訪農場，深化對食物與農業的理解與尊重。例如孩子們種馬鈴薯、挖出土裡的成果、連結 YouTube 上的農夫教學影片，培養從源頭珍惜食物的態度。此外，講者也分享了取消托育及學校機構在學齡兒童供應紅肉的政策，強調「孩子回家還可以吃紅肉」，因此公共餐點的供應應該以植物性為主，這也成功讓紅肉相關碳排放降低 32%。

呼籲將採購專業人員視為食物轉型的重要「轉譯者 (translation agents)」，並倡議建立歐洲各國的國家級公共餐飲官員網絡，共同分享標準撰寫經驗與執行困難。

### **(三) WHO/UNICEF TEAM Update: What it takes for successful global nutrition monitoring though the lifecycle - challenges and opportunitie (WHO/UNICEF TEAM 最新進展報告：實現生命歷程中成功的全球營養監測—挑戰與機會)**

**主持人：K. Saha , C. Hayashi**

#### **1. An overview of TEAM (UNICEF/WHO Technical Expert Advisory group on nutrition Monitoring) (TEAM，聯合國兒童基金會/世界衛生組織營養監測技術專家諮詢小組概述)**

**講者：K. Saha, C. Hayashi**

K. Saha 教授介紹了 UNICEF 與 WHO 共同召集的「營養監測技術專家諮詢小組」

(Technical Expert Advisory Group on Nutrition Monitoring, TEAM)。TEAM 成立於 2015 年，目的是協助各國填補營養監測指標、方法與操作層面的全球性缺口，並支援 WHO 與 UNICEF 推動營養監測相關的全球與國家政策。

TEAM 的成立背景源於 2012 年世界衛生大會所通過的《改善母嬰營養行動計畫》，其中包含六大全球營養目標（延長至 2030 年）。為有效監測目標執行成效，WHO 與會員國制定了全球營養監測框架。然而，2015 年多國表示部分指標缺乏可行的操作指引，因此 UNICEF 與 WHO 共同成立 TEAM 作為技術諮詢平台。

目前 TEAM 由 12 名國際專家組成，每年定期召開線上與實體會議，由 UNICEF 與 WHO 共同擔任秘書處。TEAM 的核心任務包括：提出指標操作定義、建立標準化測量方法、提供工具與技術支援，協助各國強化本地營養資訊系統。

TEAM 的重要成果包含：(1) 全球營養監測框架操作指引：對部分無法測量的原始指標提出替代方案，例如以「最低膳食多樣性」取代「最低可接受飲食」；(2) 兒童身高體重 (anthropometry) 資料收集與報告標準指南：已成為全球多國監測 5 歲以下兒童營養狀況的重要依據；(3) 營養資訊系統 (NIS) 核心指標指引：協助各國建置具一致性與可信度的營養監測架構；(4) 飲食品質與血紅素測量的技術文件、全球飲食品質監測的現況評估報告等；(5) 高度引用的研究成果：如 2018 年發表的《兒童消瘦、發育遲緩、過重的盛行率分類標準》，目前已有 400 次以上引用。

TEAM 是全球營養社群公認的監測與評估重要參考平台，未來將持續支援各國完善營養指標、提升資料品質，並協助追蹤達成世界衛生大會與 SDGs 的營養目標。

## **2.Strengthening national nutrition monitoring: consolidated guidance for nutrition indicators(強化國家營養監測：營養指標綜合指引)**

**講者：R. Heidkamp**

Heidkamp 博士分享 TEAM 針對「整合性國家營養監測指引」的發展現況與規劃。目前多數國家營養監測系統主要依賴兩類數據來源：一是行政資料（如健康、教育、農業等部門的管理資訊系統），另一則是週期性調查（如 DHS 等家庭調查），兩者各具優勢且互補。然而，目前尚無一套整合性的、多部門適用的營養指標指引，來支援國家建立與運行跨部門的營養資訊系統。

TEAM 目標是提供一套概念框架與核心指標集，協助各國設計與監測其國家營養策略，涵蓋三大類指標：一是支持性環境（如多部門協調、社會文化因素、氣候或衝突風險）；二是政策與介入行動（包括健康與非健康部門的實施措施）；三是營養結果（如成長發育、貧血、微量營養素狀態、非傳染性疾病、膳食品質與糧食安全）。

開發流程分兩輪進行：第一輪由專家小組提出指標建議，第二輪補充具體操作建議（如資料來源、建議頻率等）。並指出部分議題已由國際組織（如 School Meals Coalition）主導開發，將參考其成果納入。

當前挑戰，包括資料缺口、指標效度不足、優先排序困難，以及不同指標建議收集頻率的問題。團隊預計將於下一屆 ICN 發表正式指引，並希望促進全球營養監測系統的一致性與實用性。

### **3.Advancing hemoglobin assessment: improving data quality and measurement approaches for population-level anemia monitoring(推進血紅素評估：提升人口層級貧血監測的資料品質與測量方法)**

**講者：Z. Yang**

貧血至今仍是全球重大公共衛生議題。2021 年全球約有 19 億人罹患貧血，包含 1.69 億名 6-59 個月兒童，以及超過 5 億名 15-49 歲育齡婦女。貧血亦造成全球約 5.7% 的失能調整生命年 (DALYs)。儘管全球已推動數十年的介入措施，各國仍多未達成 WHA 設定的目標，因此貧血減半的全球營養目標已從 2025 延後至 2030 年。

血紅素濃度是目前最常用的貧血診斷指標，但其測量品質易受各種因素影響，包括採血方法（靜脈血 vs 毛細血管血）、採血位置（手指、腳跟或耳垂）、設備種類（自動分析儀 vs 即時檢測儀）、環境條件（濕度、受試者水合狀態、姿勢）及樣本處理時間等。

WHO 建議使用靜脈血搭配自動分析儀作為黃金標準。然而，大型調查中常因物流成本與人力挑戰，而依賴毛細血管血液加上 point-of-care (POC) 設備。講者展示的研究比較了衣索比亞與瓜地馬拉的数据：HumanCue Plus 等即時檢測設備相較於靜脈血自動分析儀，結果接近但仍需校正。毛細血管血液樣本誤差更大，特別在衣索比亞變異更高。

此種變異可能導致嚴重誤判。例如一名真實血紅素濃度為 115 g/L 的個案（輕度貧血閾值 <110 g/L），若使用誤差達  $\pm 20$  g/L 的毛細管血測量，可能被錯誤判定為正常或中度貧血 (<100 g/L)。在族群層級亦會造成巨大偏差：假設族群平均 Hb 為 120 g/L、標準差 10 g/L、貧血閾值 110 g/L，原始估計之貧血率為 16%；若測量存在 +4 g/L 系統性誤差，貧血率將被低估為 8%；若誤差並伴隨較大變異，則可能被高估至 24%。基於上述挑戰，WHO 貧血工作小組制定了新版技術指引，明確建議：優先使用靜脈血搭配自動分析儀；若不可行，可使用經驗證之 POC 設備；持續強化品質控制與校正流程。

未來工作包括：WHO 已啟動 血紅素測量方法的系統性回顧，並進行配對樣本的準確度比較研究，以改善全球貧血監測的精準度。

#### **4. Anthropometry data quality in nutrition surveillance: standards, tools, and best practices(人體測量數據在營養監測中的品質：標準、工具與最佳實)**

**講者：G. Kac**

根據 UNICEF、WHO 與世界銀行最新報告，全球約有 1.15 億五歲以下兒童，其中六成來自中低收入國家，顯示對高品質數據的迫切需求，以支撐精準的政策與介入策略。

資料品質主要面臨兩大挑戰：選擇偏差 (Selection bias) 與測量偏差 (Measurement bias)。例如若排除 3-5% 的不合理數值，將影響樣本代表性；而身長測量誤差則常導致兒童營養不良（如生長遲緩）流行率被高估。講者以 WHO 2019 技術手冊為基礎，介紹資料品質三大核心檢核項目：

- (1) 末位數分析 (Terminal digit preference)：正常情況下應為平均分佈（各數字約 10%），但若過度集中於 0 或 5，代表可能有人為四捨五入現象。
- (2) 不合理 Z 分數 (Implausible Z-scores)：超出生理合理範圍（如  $\pm 6$ ），可能反映測量錯誤或資料輸入問題。
- (3) Z 分數標準差 (Standard Deviation)：標準差過大（如 HAZ 指標的 SD >1.5）會擴大極端值比例，導致營養不良率被低估或高估。

舉例而言，全球近 500 份國家級調查的統計顯示，HAZ（身高對年齡 Z 分數）的平均標準差為 1.54，高於建議值，表示多數調查存在系統性誤差。

演講中亦介紹數項實用工具，如 WHO 的 Survey Analyzer、自動 Z 分數與異常值偵測系統、以及「不相似指數 (Index of Dissimilarity)」，可協助研究人員快速辨識數據異常，確保資料準確性。

高品質的人體測量數據對於精準監測、政策規劃及成效評估至關重要，建議各國採用標準化工具與指標以提升資料品質。

#### **(四) Culinary Medicine, Gastronomy Joins Nutrition for a Sustainable and Delicious Diet (烹飪醫學：當美食學與營養學攜手打造可持續又美味的飲食)**

**主持人：C. Manzi**

**講者：C. Manzi, D. Mandrioli**

本場研討會聚焦於烹飪醫學 (Culinary Medicine) 這一新興跨領域概念，結合營養學、烹飪技術與醫療知識，提出一種可實踐、可預防疾病、同時美味可持續的飲食模式。講者強調，對抗肥胖與慢性疾病（如心血管病、糖尿病、癌症）不僅需選擇正確的食材，更須重視料理方式的科學性，如若烹調不當，可能產生基因毒性物質、致癌物或其他加工污染物。



義大利 Cesare Maltoni 癌症研究中心針對食品中化學物質之長期毒理與致癌性研究成果。該中心擁有超過 50 年的動物致癌研究資料庫，為歐洲最大、全球僅次於美國 National Toxicology Program (NTP) 之機構。累積超過 200 種化合物的終生暴露研究中，約有 50% 被證實具致癌性，並多次先於流行病學研究預測出人類致癌風險（如 vinyl chloride、benzene、asbestos 等）。

研究強調早期暴露（prenatal exposure）的高度危險性，符合 DOHaD（Developmental Origins of Health and Disease）理論。例如：母鼠僅在妊娠期暴露於氯乙烯並未罹癌，但其子代有 40% 發生肝癌，顯示胎內暴露對後代健康具有高度影響。

#### 研究一：人工甜味劑 Aspartame（阿斯巴甜）

在 2000-2010 年間，研究中心以大鼠與小鼠進行三項終生及胎內暴露研究，結果顯示阿斯巴甜對多個器官具致癌性，且越早暴露、腫瘤風險越高。儘管早期受到產業與監管單位質疑，但後續研究逐漸支持相關風險。

2023 年 IARC 評定阿斯巴甜為 2B 類「可能致癌物」，其列出約 20 種相關腫瘤。其中，法國大型世代研究（>100,000 名受試者）亦發現，阿斯巴甜攝取量僅為 ADI 的 1/20~1/40 時，即與癌症風險增加呈現顯著相關（特別是肝癌與血液腫瘤），支持動物實驗之預測性。

#### 研究二：丙烯醯胺（Acrylamide）

丙烯醯胺為具基因毒性的加工污染物，主要形成於澱粉類食物經高溫（>120°C）烹調時。流行病學資料顯示，每日僅 20 µg 之曝露量，即與女性乳癌風險上升相關。一份油炸薯條即可含有高達 30 µg 的丙烯醯胺。

根據 EFSA，基因毒性致癌物應採  $MOE \geq 10,000$  為安全邊際，但一般成人之 MOE 僅 425，兒童更低至 50，顯示所有年齡族群暴露量皆遠高於安全標準。研究者強調基因毒性物質不存在安全劑量，應依循 ALARA（As Low As Reasonably Achievable）原則，強調烹調方式為重要介入點。

#### 研究三：除草劑 Glyphosate（嘉磷塞）

嘉磷塞為全球使用量最高的除草劑，普遍應用於 GMO 與非 GMO 農業。研究中心進行之「全球嘉磷塞影響研究」涵蓋毒性、免疫、微生物組、內分泌干擾與致癌性等面向。最新之終生暴露研究（Environmental Health, 2024）測試純嘉磷塞、歐洲 Roundup、與美國 Roundup Pro，共 9 組劑量，暴露自胚胎期開始。

結果顯示三種配方皆造成顯著腫瘤增加，包括：白血病、神經系統、乳腺、腎臟、胰臟、肝臟與甲狀腺等腫瘤。此外，白血病的死亡中 40% 發生於第一年，遠早於歷史對照（>16,000 隻動物未曾出現類似早發癌症），顯示明確致癌效應。此結果支持 IARC（2015）將嘉磷塞列為 2A 類「可能致癌物」。

以上研究結果發現食品中的化學物質（阿斯巴甜、丙烯醯胺、嘉磷塞）均呈現不同程度之致癌風險；且胎兒期暴露風險最高，為公共衛生介入重點，有必要強調安全烹調與加工方式，並落實 ALARA 原則；而長期毒理研究在揭露風險、補充營養學觀點上具有關鍵價值。

食物表面常見的焦褐色（如吐司、餅乾、炸馬鈴薯）所帶來的酥脆與香氣，可能暗藏健康風險。這種棕色反應來自丙烯醯胺（Acrylamide）的產生一種在超過 120°C 加熱條件下、澱粉類食物中常見的潛在致癌物。根據目前研究，長期暴露於丙烯醯胺可能與乳癌、子宮內膜癌、卵巢癌與腎臟癌風險上升相關（IARC 2023），此外還具有神經毒性與生殖毒性。因此講者建議在烹調過程中應避免將食物加熱至深褐色，而應維持「金黃色」為準則，這不僅能保留口感，也能降低健康風險。

講者主張應透過料理的創新，讓飲食既滿足口腹之慾，又具健康價值。例如經典義大利料理「起司胡椒義大利麵（Cacio e Pepe）」透過加入花椰菜泥，在不失風味的前提下可以降低脂肪、鹽與總熱量約三倍、增加膳食纖維、抗氧化物與礦物質，並改善醬汁結塊問題，使料理口感更順滑。而花椰菜富含葡萄糖硫代葡萄糖苷（glucosinolates），經水解後可產生具抗癌作用的異硫氰酸酯（isothiocyanates），推薦以微波或煮沸並保留煮水方式來烹調，以完整保存其營養價值。

「烹飪即療癒（Cooking is therapy）」，強調廚藝不僅是營養學的延伸，也是身心健康的促進工具。研究已證實，經常參與烹飪活動能提升認知功能、學業表現、社交行為，並有助於壓力紓解與心理穩定。

## **D. 精準營養與臨床營養**

**(一) Artificial Intelligence for Precision Nutrition - current status and future directions with examples from the Nutrition for Precision Health study(精準營養的人工智慧－現況與未來方向，以精準健康營養研究為例)**

主持人：S. Mehta

### **1.Introduction to NPH (Nutrition for Precision Health) and AoU (All of Us)**

(介紹精準健康營養及 AoU 的研究內容)

講者：H. Nicastro（美國國家衛生研究院）

因飲食對每個人的影響並不相同。要確定精準營養，科學需要揭開個體間差異的潛在因素、更好的去了解交互作用，以及研究各行各業的巨大個體樣本，最終的目標是要發展演算法來預測個體對食物和飲食型態的反應，以用於個人化飲食指導，預防、管理及治療與飲食相關的慢性疾病。

All of Us 研究計畫將涵蓋全面性的微生物組、基因組、生理、代謝、行為、認知、背景、電子健康紀錄、調查和環境數據，有大量且多樣化的參與者將參與此項研究。

AoU 研究設計共有 3 個模組：

模組 1 (M1) 是要探討真實世界的相關性，共有>8000 位參與者被招募，為期 10 天內觀察參與者的平日飲食攝取與相關營養狀態、生物指標及其他測量指標，並測量參與者對液態混合餐耐受測試 (liquid mixed meal tolerance test) 的生理反應。

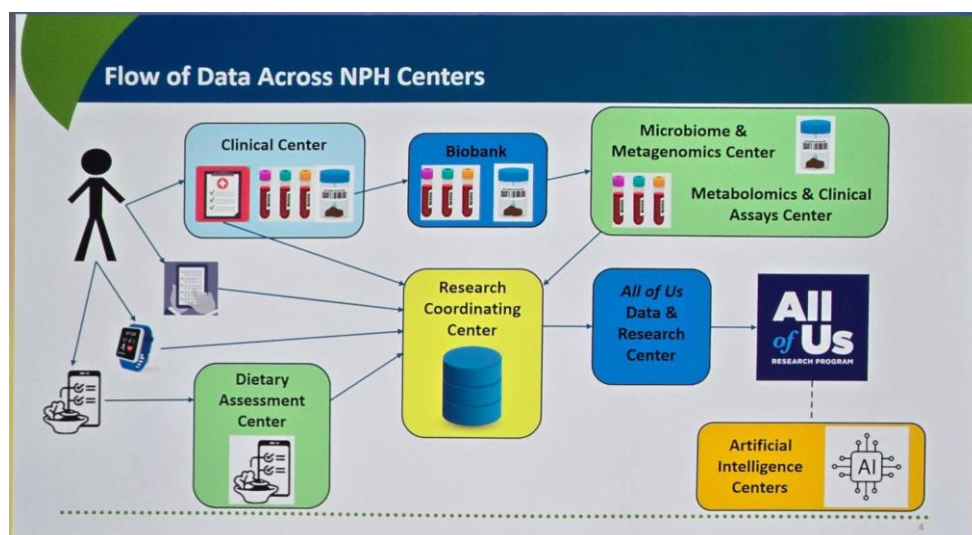
模組 2 (M2) 共有>1200 位參與者，其將接受 3 個飲食介入，每個介入持續 14 天，且每次介入間隔至少 14 天的 washout period，以測量參與者在特定飲食餐測試 (diet-specific meal test) 後的生理反應。

模組 3 (M3) 共有 150 位參與者，接受與模組 2 相同的 3 個飲食介入 (同樣 14 天期間) 與生理反應測試，差別在於在研究機構中以住宿式接受飲食介入 (domiciled feeding)。

M2/M3 進行飲食控制，非反應現實生活的狀況下，為期 2 周的飲食介入被作為「壓力測試」，以創造可控制的飲食干擾環境，區隔個體反應能力。NPH 將觀察及捕捉參與者是如何調控適應，如：其反應、反應速度、生物標記或什麼條件下有反應等；並利用以數據為導向的分層 (data-driven stratification) 方法，定義不同代謝反應的子族群，其中有些差異不是傳統流行病學方法能觀察到的。

每個模組在每個飲食介入測試結束後，將進行抽血，以測量 metabolic phenotype (胰島素抗性、 $\beta$  細胞功能/胰島素反應及脂質代謝)，這些結果將用於預測飲食。而這是運用科學模組化的方法，M1 用於大數據在機器學習 (ML)、M2 是預測反應的介入數據、M3 則是已知正確答案的測試資料。

AoU 所蒐集的參與者資料流向，如下圖所示。



其採用多模式營養數據資源 (Multi-modal Nutrition Data Sources)，共有 3 個部分的資料蒐集過程，有其挑戰與解決方案：

- (1) 集中建立 (Built Centrally)：包含參與者資格與同意、病患自述結果、身體測量、安全事件及依從性資料。
- (2) 第三方系統 (Third-Party Systems)：包含血糖監測器、感測器 (Accelerometers) 資料。
- (3) 實驗室產生 (Lab Generated)：包含代謝體學 (Metabolomics)、代謝基因體學 (Metagenomics)、微生物組 (Microbiome)、臨床檢驗 (Clinical Assays) 及食物成分分析 (Food Analysis) 資料。

經由資料蒐集後，對飲食相關數據開發客製化的管道，像是飲食評估提供熱量及三大營養素資訊。對於不同型態的營養與健康資料的數據，研究團隊需要以既有的資料標準與本體 (ontologies) 進行清整，以確保數據的互通性與一致性，例如：實驗室和臨床觀察用 LOINC (Logical Observation Identifiers Names and Codes)，臨床健康資料用 SNOMED CT (Systematized Nomenclature of Medicine – Clinical Terms)，而飲食評估工具像 ASA24 則依據 USDA 的 FNDDS (Food and Nutrient Database for Dietary Studies) 食物代碼，最後進行資料轉換流程，以供研究者使用數據。

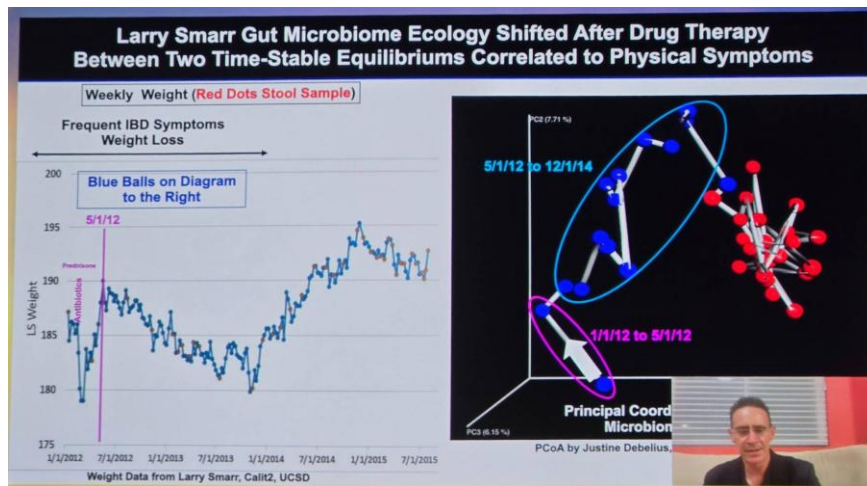
NPH 是 All of Us 的合作研究之一，與其他研究 (如 Environmental Health & Exposomics) 共同提供新型的 Untargeted metabolomics data，未來將透過專案計畫進行跨研究數據整合，建立方法指引以利後續研究者應用。

## 2.AI and the Human Microbiome (人工智慧與人類微生物群)

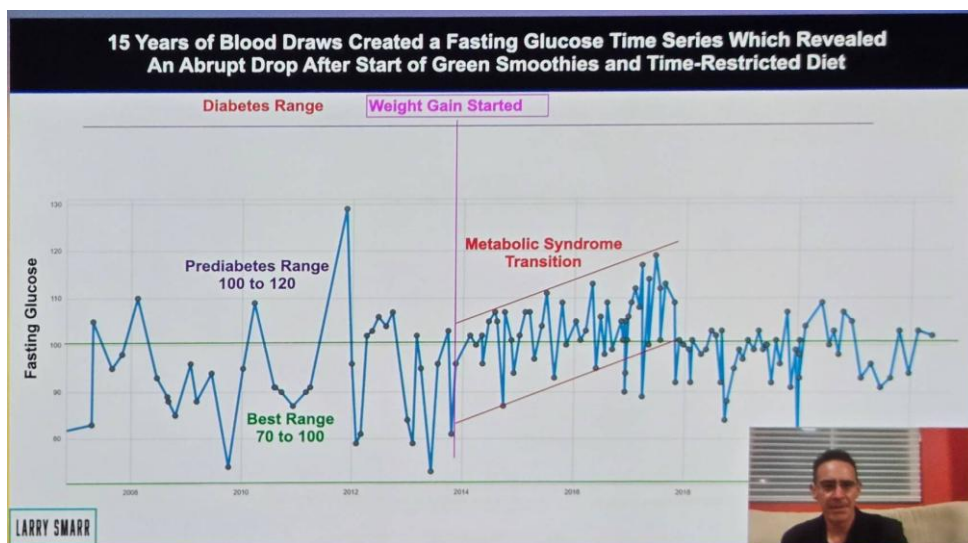
講者：R. Knight

人體中有 20,000 個人類基因、200-2000 萬個微生物基因，其中有 99% 是我們可以改變的基因，而他們常被我們所忽略。文獻指出人類的腸道菌叢在環境的影響中，比起宿主遺傳更具主導性；一位學者 Dan Knights (U Minnesota) 分類瘦或肥胖的研究結果顯示，人類基因具有 57% 的精確度，而微生物基因有 90%。其他研究分別指出，透過預測血糖反映以實現預測個人化營養、腸道菌叢與膳食纖維對癌症治療介入所產生的效果。

Larry Smarr (LS) 腸道微生物群由 16S 家族演變而來，到 2014 年 1 月尚無清楚的分類，R. Knight 說明近期追蹤其生態長達 3.5 年後，得到腸道微生物群隨時間的變化。觀察 Larry Smarr (LS) 腸道微生物群在藥物治療後的變化 (如下圖所示)，從一個穩定狀態轉變到另一個穩定狀態，這些變化與他的身體症狀相關，研究透過每週的體重變化和糞便樣本 (紅點) 來追蹤微生物群的動態。

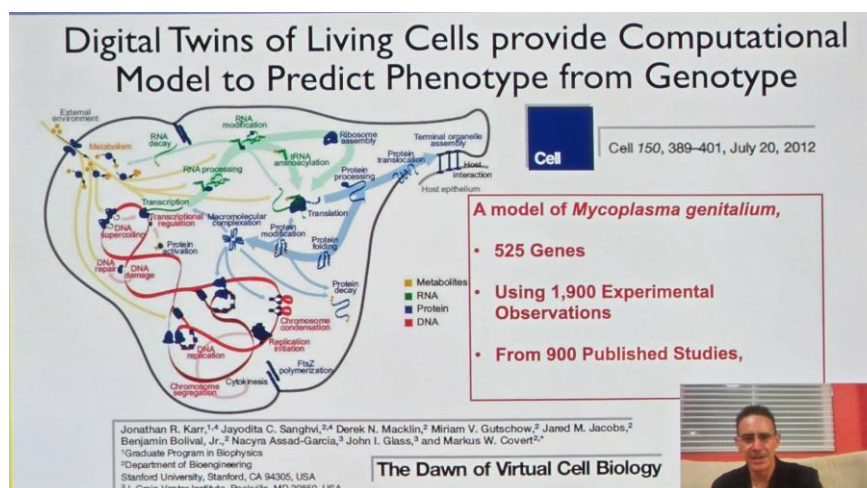


透過 LS 腸道微生物群於八年間對每日糞便樣本進行 16S 定序，並用堆疊條形圖顯示每種菌屬的相對豐度（Relative Abundance），不同顏色代表不同屬，清楚呈現腸道微生物群落隨時間的生態動態。透過 15 年的血液檢測，追蹤空腹血糖的變化，發現 LS 腸道微生物群開始喝綠色果昔（green smoothies）並實行時間限制飲食後，血糖值出現明顯下降。



2017 年開始觀察到 LS 腸道微生物群的體脂肪和內臟脂肪也有大幅的減少。透過活細胞的數位孿生（Digital Twins of Living Cells）提供一種計算模型，用於從基因型（genotype）預測表現型（phenotype），研究者整合 900 篇文獻中的 1900 個實驗資料，建立了一個涵蓋 525 個基因的生殖道黴漿菌（*Mycoplasma genitalium*）模型，用來模擬其基因功能與表現。



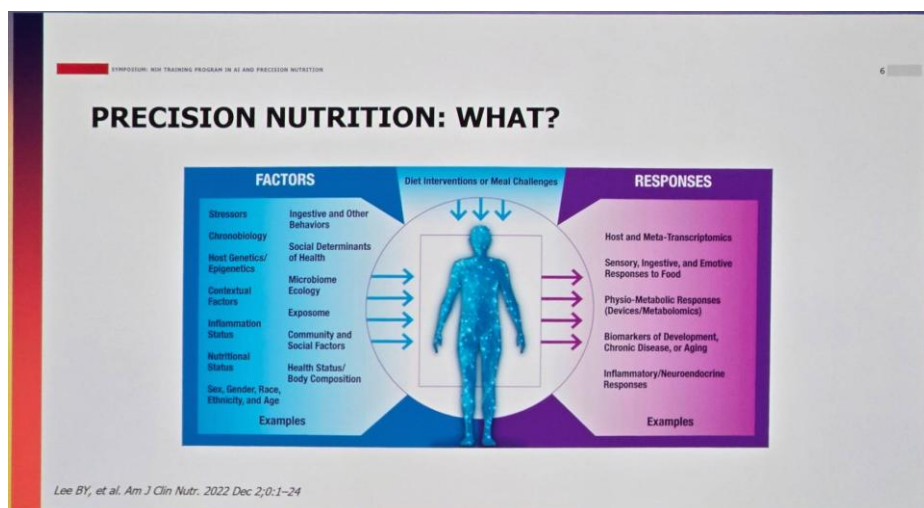


這項概念驗證研究建立了首個人類計算數位孿生（Computational Human Digital Twin），追蹤一位結腸發炎患者 13 個月的腸道樣本，和 30 位健康人做比較，結果發現患者體內一些重要代謝物的產量，比健康人高出 10 到 10000 倍。

### 3.NIH Training Program in AI and Precision Nutrition（NIH 人工智慧和精準營養培訓項目）

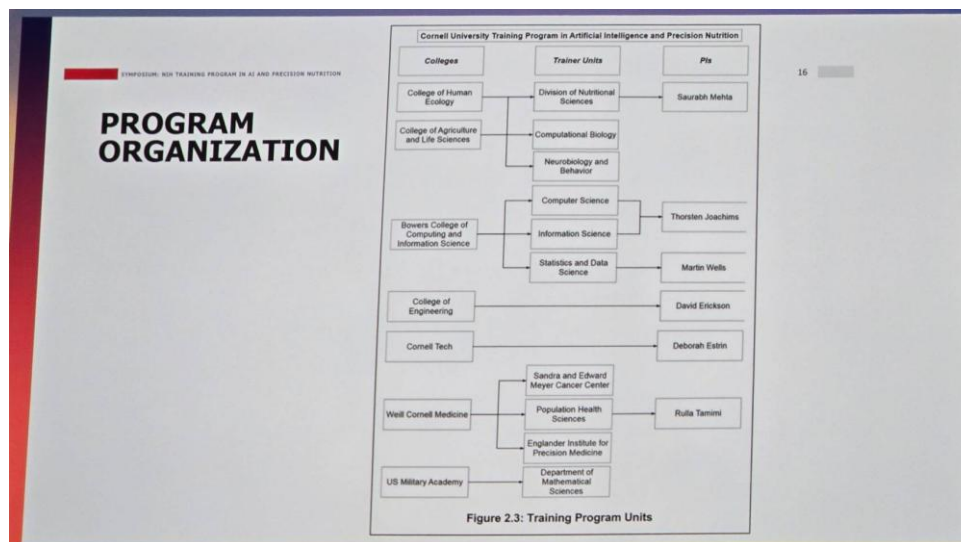
講者：S. Mehta

2020-2030 年 NIH 營養研究策略計畫提出，精準營養是一種整合基因、飲食習慣、生活作息、健康狀態、社會經濟因素、食物環境、運動，以及腸道微生物等資訊，旨在制定對個人與族群健康都具相關性的全面且動態的營養建議。



由於飲食與疾病間複雜的關係，飲食對於慢性疾病的影響需要長時間才會顯現，而生物系統還存在反饋（Feedback loops）。這時需要運用 AI 進行跨領域資料（例如：All of Us、Nutrition for Precision Health，以及全球疾病負擔資料，幫助我們更精準地理解營養與健康的關係）整合，以解決營養相關的問題。

一項計畫 RFA-OD-22-027：跨領域 AI/ML（機器學習）與營養科學訓練計畫，希望建立跨領域團隊，結合營養、生醫科學、行為科學與 AI/機器學習等專業，培養能運用大數據解決營養與慢性病挑戰的未來人才。目前 1809 個 NIH T32 訓練計畫中幾乎沒有以 AI/ML 與營養培訓為重點；其中 20 個聚焦於營養，28 個與生物資訊/資料科學相關（其中僅 2 個與營養相關），所以這個計畫填補這個空缺，於康乃爾大學進行的培訓計畫如下圖：其提供專業領域的師資、AI 訓練環境與中心。



這個計畫面臨幾個挑戰：需要隨時調整以因應新技術；大數據分析目前高度依賴生物資訊學，但未來可能要導向影像處理或自然語言處理（NLP）等；找到合適的受訓生不容易；對許多營養博士生來說，電腦科學課程可能學習難度高，所以初期的招生策略可能需要優先招收具量化或計算背景的學員，以建立計畫基礎。有關精準營養與人工智慧的挑戰與實踐為題之文章，目前正在審查中。

## (二) Precision Nutrition- Optimizing Prevention Strategies for Obesity and Chronic Disease

主持人：S. Vinoy、S. Mullin

主持人開場先介紹國際生命科學研究所，為全球性非營利聯盟，涵蓋 10 個實體、運作 45 年，以「產業—學術—公共部門」三方模式凝聚共識，聚焦營養與健康、食品安全、食品永續等競爭前議題。透過同儕審查出版物、SOP/路線圖與會議交流，促進以科學與證據為本的決策，守護公共與地球健康。本場次會議是由「膳食碳水化合物工作小組」發起，重點在碳水化合物與健康、特別是公共衛生與血糖控制。

### 1. Diabetes prevention in the era of Fiber, Microbiome, and Metabolic Health in Precision



## Nutritionnutrition(精準營養中的纖維、微生物組和代謝健康時代的糖尿病預防)

講者：N.M. Delzenne

Delzenne 教授演講重點圍繞在膳食纖維、腸道微生物群以及宿主對膳食纖維介入反應的巨大個體差異性。腸道微生物群是人體生理的一部分，約八成各類膳食纖維可被發酵，產生短鏈脂肪酸(Short-chain fatty acids, SCFAs)，如醋酸鹽、丙酸鹽和丁酸鹽，這些是目前已知與健康最相關的分子。這些分子可以刺激腸道分泌 GLP-1（影響飽足感）和 GLP-2（影響腸道屏障功能）等荷爾蒙，對健康產生正面影響。

講者分享一項在肥胖個體中進行的菊粉（inulin-type fibers）介入研究，發現補充菊粉的組別，其腸道菌群組成有正向改變（例如，雙歧桿菌 *Bifidobacteria* 增加），並且在體重、血壓、空腹胰島素等代謝指標上也有所改善。但無論是腸道菌群的變化，還是減重效果（有些人減了 15 公斤，有些人則完全沒有變化），卻都存在極大的個體差異。

為何人們的反應如此不同？研究團隊探討了以下幾個關鍵因素：

- a.藥物治療的影響：研究發現，正在服用降血糖藥物二甲雙胍(Metformin)的患者，對菊粉的介入幾乎沒有反應，他們的腸道菌群和代謝狀況都沒有明顯改善。這顯示藥物可能會影響腸道菌群，進而干擾對膳食介入的反應。
- b.身體活動的協同作用：在小鼠實驗中，結合身體活動與菊粉攝取，其改善體重、體脂和代謝參數的效果遠比單獨介入更加顯著。
- c.初始腸道菌群的決定性角色：介入前的腸道菌群組成是預測反應好壞的關鍵。在介入前糞便中具有較高 *Akkermansia* 菌屬水準的個體，其體重下降更為顯著。這項發現在糞菌移植（Fecal material transfer）的小鼠實驗中得到證實：只有移植了來自「有反應者」菌群的小鼠，在補充菊粉後才表現出健康改善。
- d.其他影響因素：如菌群功能，不僅是菌群「組成」，其「功能」（例如產氣能力）也很重要。研究顯示，高產氫氣的個體在接受纖維介入後，血糖改善效果更好。其次，既有代謝狀況與飲食習慣，個人原有的代謝狀況（如低密度脂蛋白膽固醇水準）和日常飲食習慣（平常纖維吃得越多，反應可能越好）也會影響結果。再者，個人的基因變異也可能解釋對膳食纖維反應的差異。

所以人體對膳食纖維的反應是一個極其複雜的過程，受到纖維種類、宿主（藥物、生活方式、基因）和腸道微生物（組成與功能）等多重因素的綜合影響。目前科學實證距離能夠給出精準的個人化建議（例如「你該吃哪一種纖維」）還有很長一段路要走。未來需要借助人工智慧 (Artificial Intelligence) 來整合這些龐大而複雜的數據，才可能為大眾提供更有效、更個人化的飲食指導。

## 2. Translating precision nutrition research into practical prevention strategies for chronic

## metabolic diseases(將精準營養研究轉化為慢性代謝性疾病的實際預防策略)

講者：L. Lengelé 和 A. Muijsenberg

講者主要是介紹他們正在進行的一項系統性文獻回顧 (systematic literature review)，旨在探討精準營養的定義、方法、實踐轉譯及未來展望。

代謝症候群是多種相關疾病的集合，包括肥胖、胰島素阻抗等，會顯著增加心血管疾病和第二型糖尿病的風險，其全球盛行率正在上升。在眾多行為風險因素中，飲食是最主要的因素之一。然而，「一體適用 (one-size-fits-all)」的飲食建議是無效的。人們對飲食的反應存在巨大的個體差異，這種差異性甚至可能比食物本身的成分影響更大，瞭解這種變異性已被美國營養學會列為優先研究方向之一。

為了應對此挑戰，該研究團隊正在進行一項大規模的系統性文獻回顧，希望瞭解：精準營養的明確定義是什麼？目前有哪些表現型分析技術可用於預測個體對飲食介入的反應？數據驅動（如機器學習）與傳統知識驅動的方法如何關聯？未來的發展方向與實際應用（包含產業界）的可行性為何？

文獻回顧經篩選後，約有 206 篇論文被納入進行資料萃取。

- a. 精準營養的定義：這是一種根據個人特徵（如生活方式、基因、環境等）來制定有效營養策略的新興概念，其中包括將個體依據共同特徵分組的「分層營養(stratified nutrition)」。
- b. 多元的分層因素：可用於區分人群的因素非常多樣，括：基因（遺傳學）、性別、種族、身體組成、腸道微生物群、血糖穩定狀態、發炎狀態(發炎狀態)、身體活動，以及將上述多種因素結合方式。

講者舉了幾個研究案例，說明分層策略的應用：

- a. 基因與性別的交互作用：一項大型研究結合了澱粉酶基因(amylase 1 gene)的遺傳風險分數與性別進行分層。結果發現：帶有較高遺傳風險分數（代表消化碳水化合物能力較強）的女性，在遵循高碳水化合物飲食時，其 BMI 和腰圍增加得更多。在後續的介入研究中也發現，高風險分數者在高碳水化合物飲食下減重效果較差，但在低碳水化合物飲食下效果較好。這完美展示了基因如何影響個人對特定飲食的反應。
- b. 機器學習的應用：以色列利用機器學習模型，整合連續血糖監測(CGM) 數據、飲食內容及微生物群等資訊，成功預測了個人的餐後血糖反應，並設計出個人化的飲食建議。
- c. 基於致病機轉的飲食：另一項研究開發了針對「高胰島素血症(hyperinsulinemia)」和「發炎(inflammation)」等特定致病機轉的飲食模式。結果發現這些基於機轉的飲食在預防疾病發生上，比現有的通用飲食指南（如針對糖尿病或高血壓的飲食）更有效。這顯示了從針對「疾病群體」轉向針對「根本病因」的潛力。

對於演算法的運用，講者提醒應謹慎使用，避免使用無法解釋的「黑箱 (black-box)」演

算法，並強調需將機器學習與生物學知識基礎相結合，以確保結果的可靠性與可解釋性。未來仍需考慮技術的可及性（如連續血糖監測）、法規與倫理問題、數據透明度，以及生物學相關性等。

### **3.Precision nutrition based on metabolic phenotypes: implications for diabetes prevention(基於代謝表現型的精準營養：對糖尿病預防的影響)**

**講者：E. Blaak**

全球心血管代謝疾病的盛行率不斷攀升，這很大程度上是由肥胖所驅動。根據預測，到 2050 年，全球將有超過一半的成年人口（約 38 億人）處於過重或肥胖狀態。雖然結合飲食和運動的生活方式介入已被證明能有效降低約 57% 的糖尿病風險，但其效果存在巨大的個體差異，在群體層面上，仍有約 30% 的個體對這些通用指南沒有反應。因此，從精準營養角度提出此核心問題為：「我們能否透過根據個人特徵調整介入措施，來提高其有效性？」。這概念旨在整合基因、腸道微生物群、健康狀況、生活方式等多維度數據，制定個人化建議。

講者強調，要實現真正的精準營養，我們必須超越僅僅使用身體質量指數 (BMI) 的分類方式。整合多種數據流（如基因體學、腸道微生物學等）非常重要，但更關鍵的是要納入詳細的臨床表型變數，例如：精確的身體組成分析、脂肪在體內（尤其是在不同組織中）的分佈位置、性別特異性的差異等。

以 PERSON 研究，一項針對不同胰島素阻抗表型的飲食介入計畫為例，驗證「不同代謝表型的人是否對不同飲食有不同反應」。胰島素阻抗可能主要發生在不同組織，研究團隊假設存在「肌肉胰島素阻抗 (Muscle Insulin Resistance, MIR)」和「肝臟胰島素阻抗 (Liver Insulin Resistance, LIR)」兩種主要亞型，這兩種亞型可能代表不同的致病途徑，需要不同的介入策略。研究團隊篩選出 MIR 和 LIR 的受試者，讓他們分別接受兩種健康飲食中的一種，高單元不飽和脂肪酸飲食 (HMUFA) 或低脂、高蛋白、高纖維飲食 (LFHPP)，為期 12 週。結果出現顯著的「飲食-表型交互作用」。MIR 組在接受「低脂、高蛋白、高纖維飲食」後效果更好，而 LIR 組則在接受「高單元不飽和脂肪酸飲食」後改善更顯著。這些改善體現在胰島素敏感性、三酸甘油酯和發炎標記等心血管代謝健康指標上，而且這些顯著的改善與體重或身體組成的變化無關。這項隨機對照試驗證明，針對代謝亞群的精準營養策略，可能優於基於通用指南的飲食建議。

因前述 PERSON 研究僅涵蓋了約三分之一的體重過重人群，為了涵蓋其餘 70% 的人群，研究團隊啟動了 PLACE 計畫。此計畫利用階層式分群法 (hierarchical clustering)，根據詳細的臨床變數（如腸道微生物群、身體組成、性別、組織代謝等），將過重人群重新定義為六個新的「代謝型 (metabotypes)」(三種男性、三種女性)，目前正在進行為期一年的介入研究。

其次是 Glucotype 計畫，這是另一種創新的分類方法，利用連續血糖監測(Continuous

Glucose Monitoring, CGM)來定義不同的「糖型 (glucotypes)」。目的在於識別出糖尿病前期個體血糖變化的早期模式（例如，低、中、高變異性），並探討這些模式與飲食、腸道微生物之間的因果關係。這是一個大型的歐洲合作計畫，希望能夠預防第二型糖尿病鋪平道路。

### **(三)SY101-Mediterranean Diet and Nutrigenetics- Toward a Personalized Anti-Inflammatory Nutrition(地中海飲食和營養遺傳學 - 邁向個人化抗炎營養)**

主持人：H. Jamoussi、N.A. Khan

#### **1. Mediterranean Diet: An Anti-Inflammatory Model and the Challenges of Adherence 地中海飲食：一種抗發炎模式及其遵循度的挑戰**

講者：I. Khemiri

地中海飲食，又稱克里特島飲食，不僅是一種飲食模式，更是一種源自地中海地區人口的傳統生活哲學。其傳統口號強調食用新鮮、天然、當季的在地食物，並且「為活而食，非為食而活」，不浪費任何食物，體現了循環經濟的基礎。此飲食模式因其健康價值，已於 2013 年被聯合國教科文組織（UNESCO）列為人類非物質文化遺產。其飲食特色在於，以富含不飽和脂肪酸的橄欖油為主要脂肪來源，並大量食用新鮮蔬菜、全穀物（如小麥、大麥）、豆類、魚類（如沙丁魚，富含 Omega-3）、香草（如牛至、迷迭香）與香料（如番紅花、薑黃）。適量攝取山羊和綿羊的乳製品（低脂起司、優格）、家禽、雞蛋等，以及少量攝取紅肉和甜食。在生活方式上，強調「共享性」（conviviality），即與家人朋友共餐，並結合長距離步行和體力勞動等身體活動。

地中海飲食已被證實具有許多健康益處。首先，地中海飲食被視為對抗慢性發炎的預防和治療策略。其富含的天然活性分子（如多酚、類黃酮）能抑制發炎路徑、降低發炎指標（如 C 反應蛋白），並減輕導致細胞老化和癌症的氧化壓力。其次，與親友共餐的社交互動有助於減少壓力、焦慮和孤獨感。規律的用餐時間也符合生理時鐘，有益健康。同時有助於維持健康的腸道菌叢，增強腸道完整性並減少全身性發炎。失衡的腸道菌相與神經退化性疾病、心血管疾病及第二型糖尿病等有關。其亦有助於改善胰島素敏感性、增強新陳代謝調節，進而延長預期壽命並提升生活品質，以及預防心血管風險、中風及年齡相關的認知能力下降具有保護作用。

儘管地中海飲食益處眾多，但自第二次世界大戰後，地中海飲食的遵從度在過去幾十年顯著下降。主要是因為家庭生活方式朝向現代化與西方化發展，人們為追求更好的生活而缺乏時間準備健康餐點，市場上充斥著即食餐與超加工食品（垃圾食物）。而都市化與久坐的生活方式限制了身體活動，用餐時看電視或螢幕，以及晚睡晚吃打亂了生理時鐘。壓力、不穩定的家庭環境以及通貨膨脹，驅使人們選擇更便宜但糖與脂肪含量更高的產品。這種轉變導致肥胖與飲食相關的非傳染性疾病在地中海地區（如馬爾他、希臘、埃及、突尼西亞、西班牙等）普遍增加。

一項由歐盟支持進行的 Promedlife 計畫，在五個國家（摩洛哥、突尼西亞、斯洛維尼亞、義大利、希臘）推展，以瞭解對地中海飲食的遵從度及其驅動因素與障礙，中間也開發了適應地中海飲食的新型健康零食，如突尼西亞的椰棗能量棒和摩洛哥的堅果醬。

調查結果發現，整體遵從度以斯洛維尼亞最低，義大利和摩洛哥最高。在摩洛哥，健康是主要動機；在希臘和斯洛維尼亞，體重控制是主因。而在突尼西亞和希臘，價格和便利性是顯著的障礙。由於各國的動機不同，因此推廣地中海飲食應因地制宜，考慮各地的具體情況。可透過農業旅遊、公眾宣傳活動、負責任的廣告以及在學校提供營養支持等方式來推動。最終目標仍是希望尋求在傳統地中海飲食的優點與現代生活的便利性之間找到平衡，以確保當代及未來世代能持續遵循，從而實現良好的健康與福祉。

## **2. Inflammation, Immune Dysregulation, and Obesity: The Beneficial Effects of Omega-3**

### **Fatty Acids 脂肪組織中的發炎及其擴散，以及 Omega-3 脂肪酸如何調控**

**講者：A. Eljaafari**

肥胖是一種全球性的疾病，影響著世界各地的男女，且罹患率逐年上升，甚至在兒童中也很普遍。肥胖被定義為一種低度慢性發炎疾病，不僅是體重問題，它還與多種其他發炎性疾病和癌症密切相關，如：心血管疾病、第二型糖尿病、多發性硬化症、阿茲海默症、類風濕性關節炎。肥胖也是多種癌症的風險因子，包括乳癌、肝癌、結腸癌和胰腺癌等。

肥胖會導致免疫系統失調。這在 COVID-19 疫情期間得到證實，肥胖者感染後更容易發展為重症。研究發現，肥胖者的免疫反應下降，特別是負責清除受感染細胞或癌細胞的細胞毒性 T 細胞數量減少。當細胞毒性 T 細胞試圖攻擊腫瘤細胞時，腫瘤細胞會透過在其表面表達「免疫檢查點分子」（如 PDL1）來自我保護。這些分子會與 T 細胞上的受體結合，從而抑制 T 細胞的攻擊功能，導致 T 細胞「耗竭」(exhaustion)。現代的癌症免疫療法就是利用抗體來阻斷這種結合，重新活化 T 胞。研究發現，肥胖者的血液中，這些免疫檢查點分子的水平會升高。講者因此提出假設：肥胖脂肪組織中的 T 細胞之所以無法有效清除肥大的脂肪細胞，可能是因為它們也陷入了「耗竭」狀態。實驗結果也證實，在肥胖小鼠的脂肪組織中，確實發現了免疫檢查點分子 (PDL1) 的大量過度表達。進一步研究也顯示，這種發炎反應會「擴散」到鄰近的細胞，特別是癌細胞，因為脂肪組織周圍的環境對乳癌等癌症的發展有重要影響。

在乳癌模型實驗中，他們將前述共培養實驗中富含發炎因子（特別是干擾素- $\gamma$ ）的培養液，加入到乳癌細胞株中。結果顯示，癌細胞表面的免疫檢查點表達顯著增加。這意味來自肥胖脂肪組織的發炎環境，會「武裝」癌細胞，使其更能逃避免疫系統的攻擊。同時，這些癌細胞也變得更具攻擊性，分泌更多促發炎細胞因子，且其遷移能力（癌症進展的指標）也顯著增強。

鑒於 Omega-3 脂肪酸（存在於魚油、種子中）具有已知的抗發炎效果，研究團隊探討

它是否能抑制上述由肥胖引發的免疫檢查點過度表達與癌症進展。在共培養模型中加入 Omega-3 脂肪酸（如 ALA, EPA, DHA）後發現，它可有效抑制癌細胞上免疫檢查點（PDL1）的過度表達，及顯著抑制癌細胞的遷移能力，以阻斷癌症的進程。這為地中海飲食的抗癌益處提供了新的分子機制解釋。。

肥胖透過在脂肪組織中引發發炎，導致免疫檢查點過度表達，這種狀態會削弱免疫系統（免疫失調），並能傳播至周圍的癌細胞，促進癌症惡化。而 Omega-3 脂肪酸能有效抑制此發炎路徑，恢復免疫功能並抑制癌症進展。團隊目前正在尋找能與 Omega-3 產生協同作用的植物分子（phyto-molecules），以增強其抑制效果，希望未來能透過研究結果，深化對地中海飲食整體健康效益的理解。

### **3. Nutrigenetics, Microbiome, and Inflammation: Toward a Personalized Nutritional**

#### **Approach 營養遺傳學、微生物組與發炎：邁向個人化營養方法**

**講者：R. Kefi**

1990 年至 2003 年執行的「人類基因組計畫」成功繪製並定序了完整的人類基因組，辨識出約三萬個基因，為理解遺傳疾病、個人化醫療及預防保健帶來了突破。這個計畫提供了一個框架，使營養學研究從描述性的遺傳學，轉向由機制驅動的方法，從而催生了「營養遺傳學」與「營養基因體學」等學科。

營養遺傳學(Nutrigenetics)研究「基因」如何影響個體對食物的反應。例如，高脂飲食，當兩個人吃同樣的高脂餐，其中一人的發炎指標 C 反應蛋白(CRP)會飆升，另一人則不會，這取決於他們各自的基因背景。又如，咖啡因，個體對咖啡因的反應因 CYP1A2 基因的多樣性而異。此基因編碼的肝臟酵素負責代謝咖啡因，基因變異決定了代謝速度的快慢，進而導致提神或心跳加速等不同效果。

營養基因體學(Nutrigenomics)研究「營養素」如何影響基因的表現與功能。營養素可直接作用於基因轉錄，或透過「表觀遺傳調控」（如 DNA 甲基化、組織蛋白修飾）間接影響。例如：多酚類物質可以調節與發炎路徑相關的基因表現，從而減少促發炎介質，並增強抗氧化防禦。

而個人的基因背景（多樣性）與飲食（影響基因調控）共同作用，決定了個體是維持健康還是傾向肥胖等疾病狀態。

研究者利用高通量定序與基因分型技術進行研究，包括全基因組關聯分析 GWAS：一種無特定假設、全面掃描全基因組的方法，用以尋找基因變異，主要是單核苷酸多樣性，SNPs，與營養相關特徵之間的關聯，以及候選基因法：一種目標明確的分析，專注於根據既有知識，研究預先選定的、可能影響營養相關特徵的基因或路徑。

這些研究辨識出許多與飲食—基因組互動相關的基因與生物路徑，例如：與脂質、膽固

醇、葡萄糖代謝相關的基因群；與發炎效應相關的基因，有些是促發炎的，有些是抗發炎的。例如，多酚和 Omega-3 等抗發炎營養素能抑制 TNF、NF- $\kappa$ B1、IL-6 及 IL-1 $\beta$  等促發炎基因的活性。

另一個關鍵角色是腸道微生物組。我們的腸道微生物組含有約 100 兆個微生物，數量是人體細胞的 10 到 100 倍。微生物組不僅數量龐大，其功能也至關重要：可分解人體無法消化的纖維，產生有益的短鏈脂肪酸（如丁酸）；製造維生素 B2、B6、B9 和 K2；強化免疫系統：鞏固腸道屏障、促進免疫細胞成熟。當微生物組失衡（多樣性下降、病原菌增加）時，會導致肥胖等疾病。

研究最終目的是希望能邁向個人化營養，實現真正的「個人化營養」，而這需要綜合分析內在因素（如基因、代謝、微生物組）與外在因素（如環境、生活方式、藥物）。這種精準方法對預防和管理發炎相關疾病具有巨大潛力。但將研究洞見轉化為實際應用，仍需要真實世界的證據與長期監測。

## **E.氣候變遷、永續與營養**

### **(一)The power of nutrition in bridging Science and Policy for Sustainable Food Systems Transformation（營養在銜接科學與政策以實現永續糧食系統轉型中的影響力）**

本場次由 Barbara Burlingame 主持，其為 IUNS 之永續飲食工作小組共同主席、國際同行評審期刊《Frontiers in Nutrition》之專業領域主編、世界糧食安全委員會（Committee on World Food Security, CFS）轄下之糧食安全與營養高階專家組（The Steering Committee of the High Level Panel of Experts, HLPE-FSN）指導委員會成員以及獨立顧問，主題重點在於全球糧食系統面臨轉型以達到永續及平等，本場次由 3 位演講者討論營養在其中如何以實證發揮其作用。

#### **1.Nutrition is a critical driver for science-policy convergence in food systems transformations.**

（營養是推動糧食轉型中，扮演促進科學與政策融合的關鍵角色。）

講者：B. Burlingame

目前的糧食系統面臨不永續及不平等，以導致出現不同形式的營養不良，其造成多重負擔（營養不足、營養素缺乏、過重/肥胖及慢性疾病），而農業的工業化發展促使環境及氣候惡化；上述諸多理由解釋農業系統的轉型有其必要性，而「轉型」需面臨多個領域及多個目標，如何運用科學以實踐可行的政策，這時「營養科學」是可以成為連接農業及環境政策的橋樑。

從 1972 年聯合國人類環境會議（United Nations Conference on the Human Environment）開始營養相關的聲明，最近一次是 2023 年的聯合國氣候變遷大會（COP28）。

而全球的倡議卻未能有效的推動糧食系統的轉型，主要的限制如下：這些倡議對於營養



視角過於狹隘，過度聚焦於生產與營養不足，而忽略永續飲食與營養驅動的農業；相關部門如衛生、農業、貿易與環境等整合不足，且多以自願性、非約束方式推行，缺乏可執行的問責機制或政策一致性。對於企業面，無法解決糧食系統及飲食型態的影響；對於政府面，通常是偏向由上對下的施政方式，以至於地方自治力、文化相關以及與弱勢族群接觸有限；再加上資金多依賴外部捐助，政府或國內承諾與投資不足。綜上，這些倡議雖然吸引了關注，但尚未帶來深入的影響或具結構性的糧食系統改革。

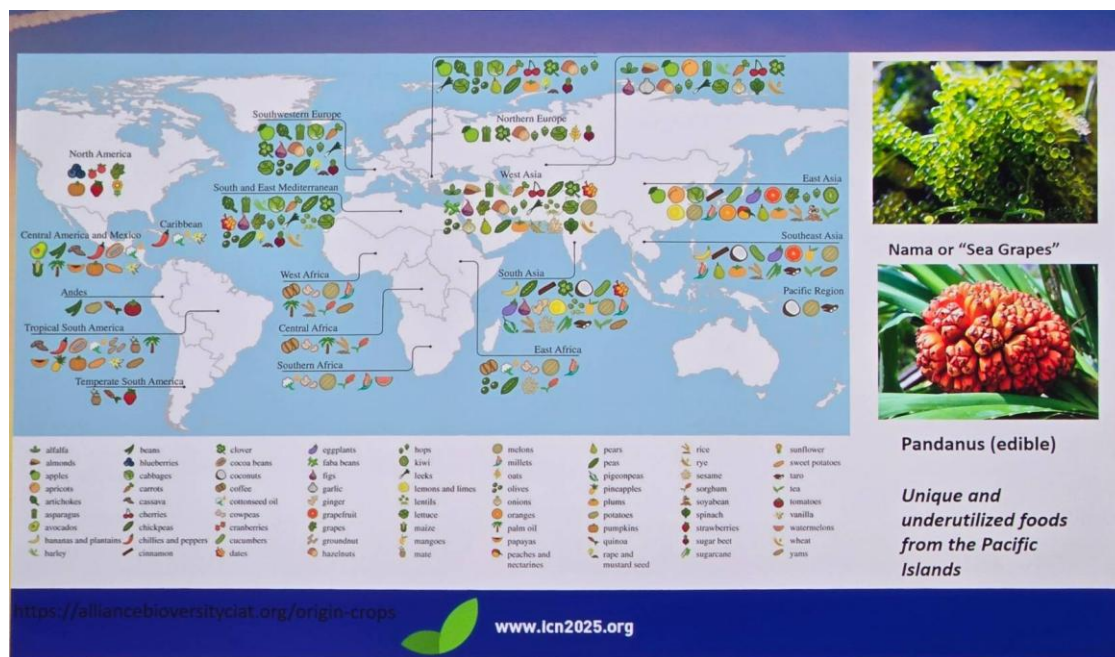
營養政策歷經不同思想的轉變：從傳統的疾病預防與治療、食品強化，轉向以糧食系統論述，並進一步發展為以人權為基礎的策略。1992 年的國際營養大會（ICN）倡議「以食物為本」、系統性的策略，但後續為務實偏向快速且可衡量的解決方案，如營養補充、強化及即食營養治療食品（Ready-to-Use Therapeutic Food, RUTFs）。2014 年的第二屆 ICN 與 2021 年的聯合國糧食系統高峰會（UNFSS）並未直接支持永續飲食，而是推廣「健康飲食」；它們並未直接將飲食與糧食系統整合，也避開超加工食品（UPFs）的疑慮。企業影響力強化以產品為導向的解決方案，模糊食物與加工食品間的界線；包裝食品的正面標示可能扭曲大眾對「健康」的認知。當前的挑戰：將營養重新定位為與真正的食物、平等、農業生態和適應氣候相關的公共財。

營養科學家在農業糧食系統中應發揮其影響力，扮演領導並推動永續農業轉型之角色，提供以農業與環境政策的科學研究證據，從一開始就讓營養知識影響農業、氣候政策與土地使用，參與再生農業、支持生物多樣性農業系統及參與氣候環境相關規劃。推動跨部門合作，將營養成果及目標納入永續性與糧食安全討論與環境管理，以確保永續責任一致性，弱勢群體應納入決策過程，積極爭取相關組織領導位置，以彌補營養領域在高等論壇的缺席。

## **2. Local solutions address systemic food system challenges: the case of Small Island Developing States.（當地解決方案因應系統性糧食系統挑戰：以小島嶼發展中國家為例。）**

**講者：Vincent Lal, PhD（The University of the South Pacific Centre for Sustainable Futures）**

太平洋地區的小島嶼發展中國家（Small Island Developing States, SIDS）其相對孤立，但卻也無法倖免於全球糧食安全與營養有關的全球問題，這些地區其糖尿病及心血管疾病等非傳染性疾病發生率最高的國家之一，與取得高熱量、營養不足的飲食有關，且其面臨氣候變遷、生物多樣性喪失、移民和傳統文化消失衰落的問題。由於食物成分資料庫缺口和缺乏國家飲食評估研究，導致無當地相關食品數據及實證依據。學者們將重新檢視當地傳統文化知識、整合科學政策和教育，以尋找適合太平洋地區可解決的方案。



### 3.A rights-based framework for food systems transformations: policies and actions from National Pathways (權利導向的食品系統轉型：國家路徑政策與行動)

講者：Nitva Rao

2025 年全球有約 23 億（28%以上）人口無法負擔健康飲食，而性別不平等、飢餓和氣候變遷，彼此是有相關聯的。

權力是糧食系統轉型的核心願景，包含人權和食物權。人權：「人人皆可獲得健康食物」、「在健康環境生活的機會」、「獲得體面的工作」、「參與糧食系統的自由與自主權」。食物權：「為糧食系統轉型提供倫理基礎，確保所有人，尤其是弱勢群體，享有糧食安全與營養。」、「消除飢餓，強化人類尊嚴與獲得安全、充足且營養食物之間的內在連結。」、「解決系統性不公平的重要關鍵。」

#### (1)系統思維：多角度方法

以巴西為例（該國於 2025 年退出聯合國飢餓地圖），其實施全面性的國家路徑。國家政策包括土地改革、支持小農，以及由政府採購地方生產食材。推行校園餐食及社會保障計畫，確保兒童與弱勢族群的糧食與營養安全。同時，採用農業生態學與低碳農業措施，以應對氣候變遷與行星邊界（PBs）挑戰。巴西也重視公民科學及原住民知識系統的納入，確保多元知識能夠參與決策與實踐。

#### (2)系統知識：尊重多元知識

玻利維亞與厄瓜多多採納「自然權利」與「原住民權利」，視為合法的知識系統，鼓勵尊重並促進不同農業與糧食系統知識、文化及族群（地方、原住民、科學）的對話交流，並考量研究與知識的情境差異，涵蓋農業生態學與生物多樣性。

### (3)系統治理：從贊助/福利到分散控制

- i. 越南：2025 年將農業與鄉村發展部與環境部合併，並透過跨部會協調，同步推動營養、氣候與農業政策。
- ii. 內羅畢（肯亞）：將都市農業納入地方治理，將決策權下放至城市與地方政府，以應對特定環境下的挑戰。
- iii. 迦納：建立糧食安全與營養資訊系統及報表，強化機構能力，支持具實證的決策。
- iv. 奈及利亞：利用金融工具，透過國家氣候韌性農業券計畫重新分配肥料補貼（如抗旱種子、太陽能灌溉設備等）

### (4)系統實踐：青年者作為改革推動者

青年參與的原則，以權利、公平、行動力及對其貢獻的認可為基礎（HLPE, 2021）。農業糧食系統應具有經濟效益及激發智力作用，提供獲取資源（如土地、信貸、數位技術）、參與決策過程、法律與政策框架的承認（技能培訓）及特殊農業青年政策的機會。

### (5)系統性投資：促進長期轉型

建立農民、科學家、政策制定者及其他利害關係者的夥伴關係，投資資料與能力建設以支持實證決策，並透過跨領域研究整合原住民、地方及科學知識系統（包括地方實踐），以提升社區韌性。

### (6)系統學習：誰制定議程

以人為本、社區導向的糧食與水資源安全系統學習，強調從實踐經驗中學習與制度化知識傳遞，包含：保育、耕作、商貿及消費領域。

### (7)將性別平等與社會正義置於食品與營養的核心 2026：國際女性農民年

承認女性作為農民與勞動者，享有平等資源權利：物質資源（薪資與工作條件）、金融資源（信貸）、知識資源（技能與農業知識）。

透過系統層面的思考以解決所面臨的問題關鍵，政策的制定和實施須基於權力為基礎，以轉變糧食系統，當國家考量人權及食物權，可增強政策效果；並以社會正義下，了解不同弱勢族群的交集，重新分配資源與服務，確保每個人都有發聲和參與決策的機會，這樣才能打破結構性不平等，推動包容性治理。

### **(三) Benefit-risk assessment of eating behavior from a Global Health and sustainability perspective (從全球健康與永續視角評估飲食行為的風險與效益)**

主持人：L. Bretillon, J.M. Membre

#### **1. An epidemiological approach to the benefits and risks associated with plant-based diets: optimization results from the NutriNet-Santé cohort(關於植物性飲食利弊的流行病學方法：來自 NutriNet-Santé 隊列的優化結果)**

講者：E. Kesse-Guyot

Kesse-Guyoty 在 NutriNet-Santé 世代研究應用飲食最佳化模型（diet optimization modeling），分析不同植物性飲食轉型情境下的健康與永續性影響，研究中以法國成人族群的典型飲食模式為基礎，模擬在不同程度的「植物化」飲食（plant-forward diets）中，當植物性食物比例逐步提高、動物性食物相對減少時，對營養素攝取、化學物質暴露及環境資源使用的綜合影響。

在分析模型中同時考慮兩種生產體系：傳統農法（conventional）與有機農法（organic），以評估其對營養供應與環境足跡的差異。研究結果發現隨著植物性食物比例的提升，若以傳統農法生產的蔬果為主，個體的農藥殘留暴露量呈顯著上升，顯示飲食轉型的健康效益可能受生產方式影響；植物性飲食整體上能改善飲食品質與降低慢性疾病風險，但部分微量營養素（如鐵、碘）可能不足，這將將會需要在設計飲食指南時特別關注食物多樣性與營養補充；有關環境影響部分，隨著有機農產品比例增加，整體土地使用量顯著上升，當模型中植物性食物達約 60-90%時，土地需求增加約一倍，顯示永續飲食轉型需要同時考慮土地效率與永續生產技術。

#### **2. New advances in risk-benefit assessments of foods and diets(食品與飲食風險-效益評估的新進展)**

講者：S. Monteiro Pires

演講重點在於介紹食品風險-效益評估（Risk-Benefit Assessment, RBA）領域的最新進展與應用潛力，作為連接飲食、健康、食品安全與永續性的綜合評估工具。

RBA 是一種整合營養、微生物學、毒理學與流行病學資料的工具，用於同時比較特定食品或飲食型態對健康的正負面影響，並以統一的健康衡量指標進行評估，最常見者為「失能調整生命年（DALY）」。此方法建立在傳統食品風險評估的四個步驟上：危害識別、劑量反應評估、暴露評估與風險特性分析，並在此基礎上平行進行效益評估，最終合併至整體健康影響評估中。

RBA 被應用於多國研究發表，包含丹麥一篇以魚類代替肉類的研究，發現研究比較不同魚類替代肉類的攝取情境，發現大多數情況下健康效益顯著，但若魚類替代全為鮪魚（高甲基汞），則健康影響反而為負；一篇關於以豆類代替肉類的研究發現，在初步僅考慮營養風險的情況下，各種替代比例皆顯示正向的健康效果；一篇以植物性肉類替代肉類的葡萄牙研究，結果顯示健康效益，但若將其「超加工食品」性質納入考量，則模型輸出可能轉為負面；一篇法國關於扁豆攝取的研究，健康影響使用 DALY 減少量估算，經濟面則以民眾「願付費意願」進行成本效益分析，其健康效果為正，但 30% 增幅的飲食變化被認為缺乏「可接受性」；以及一篇關於歐洲跨國研究多準則決策分析（MCDA），整合營養、健康、環境、經濟、社會等多項指標，結果顯示所有替代情境在健康與環境指標上皆為正面，但在生產者利潤與消費者接受度方面可能為負。

但有關未來挑戰，多數毒理學風險缺乏明確劑量反應資料，導致許多化學物質（如農藥）仍難納入 RBA 模型，在應用方面尚須考慮如何有效溝通 RBA 結果，使其進入政策制定與大眾溝通流程，以及目前仍以歐洲為主，需拓展至全球背景應用，針對於此，WHO、EFSA 等組織已陸續發表 RBA 方法指南，鼓勵各國推動應用，且 WHO 正組建 RBA 專家小組，針對動物性食物進行全球性評估。

## F. 食品科學、飲食文化與生活品質

### (一) Grain processing for health (穀物加工與健康)

主持人：J. De Vries, A. Meynier

#### 1. The "gap" between food technologists and nutritionists (食品技術人員與營養師之間的「落差」)

講者：N. Pellegrini

Pellegrini 教授提到，全球營養指引普遍建議增加全穀類食品的攝取。全穀富含膳食纖維、多酚、植酸與其他具抗氧化、抗炎功能的化合物，對於預防慢性疾病與維持代謝健康極為重要。在義大利飲食指南中建議成年人每日攝取約 90 克全穀麵包，這與全球疾病負擔研究（Global Burden of Disease, GBD）結果一致，根據 GBD 2019 的估算，飲食中全穀攝取不足導致全球數百萬人死亡。全穀與健康之間的關聯也已被多項系統性回顧與前瞻性研究所證實，每日攝取約 90 克全穀可顯著降低 19% 的冠心病、15% 的癌症以及 17% 的全死因死亡率。部分研究甚至指出，當攝取量提升至 200 克/每日時，仍可觀察到進一步的風險降低。

而穀物在販售前幾乎都會經過某種程度的加工，這在營養與安全性上帶來了雙面影響，包含提高蛋白質、澱粉與礦物質的可消化性與吸收率、去除抗營養物質（如植酸鹽、單寧、多酚）以減少吸收阻礙、降低重金屬、農藥、黴菌毒素等污染風險，但同時也產生一些負面效應，例如移除麩皮與胚芽中的膳食纖維、抗氧化物質及生物活性化合物、降低植物中降低

癌症、糖尿病、心臟病的化學物含量。

瑞典食品局曾進行一項「風險-效益分析」，以評估在成人族群中增加全穀攝取的實際健康影響。他們模擬三種情境：將現有穀類攝取量的 50%改為全穀產品；75%改為全穀；100%改為全穀。結果顯示即便在最高比例的情境下，全穀攝取增加所帶來的心肌梗塞減少效益，仍遠高於因攝取更多穀皮可能帶來的微量污染物風險，也因此多吃全穀的整體健康效益遠高於潛在風險。

穀物顆粒的物理結構是影響血糖反應的關鍵，研究顯示顆粒越細、加工越徹底澱粉越容易被消化，血糖也上升越快；顆粒較粗、保留細胞結構的穀物消化速度慢，相對來說血糖會上升較平穩。但這其中也有技術挑戰，粗糙結構麵包容易鬆散、易碎，導致口感不佳，研究者利用杜蘭小麥粗粒粉（durum semolina）改善此問題，使麵包保有粗糙結構、同時維持低血糖反應特性。

Pellegrini 教授指出目前市面上「全穀產品」的標示仍相當混亂，有些食品只含少量全穀卻可宣稱「全穀」，實際上卻高糖高脂。因此，建議採納 Whole Grain Initiative 的國際定義標準：若全穀含量大於等於 50%可標示為全穀食品(Whole Grain Food)，而全穀含量介於 25-49%則可標示為可標示含全穀成分(Contains whole grain)，但不得用「全穀」作為商品名。Nicoletta Pellegrini 教授認為將穀物加工不應該是一種除去營養的過程，而是一種能夠平衡安全、品質與健康效益的技術，因此未來應該強化食品科技與營養科學之間的合作、推動更具永續性與可負擔性的健康穀物產品並建立全球一致的全穀定義與標示準則，目標是確保加工策略與膳食建議一致，讓消費者能在享受美味的同時，獲得真正的健康。

## **2. Food fermentation for health(食品發酵促進健康)**

**講者：C. Courtin**

有關穀物加工，食品發酵不只是延長保存、增進風味；也能透過「成分轉化、改變質地、提供活菌」來提升健康效益，這種形式特別適合推動以穀物為主的植物性飲食。Courtin 教授提到成分轉化是食物透過發酵可以有效提升健康效益，例如分解抗營養物質（如植酸、多酚），提高礦物質與蛋白質吸收率、改善澱粉結構，使部分澱粉消化速度變慢，降低升糖反應、降低可發酵寡糖（FODMAP）含量，改善腸胃耐受性、及生成維生素（如 B 群、B12）及活性代謝物；改變食品密度與膳食纖維型態，影響消化速率與飽足感；發酵能提供有益微生物，流行病學資料顯示：攝取含活菌食品者血壓與發炎指標（CRP）較低。

## **3. Healthy processed food(健康的加工食品)**

**講者：C. Forde**

Forde 教授說明有關食物的質地（texture）、基質（food matrix）與食用方式是如何影響血

糖反應、胰島素分泌、飽足訊號與胃部排空速率。食物在口腔中的處理階段（oral processing）會影響食物的崩解方式，它決定了進入腸胃的「食團（bolus）」性質，進而改變後續腸胃道的營養釋放與吸收速率。過去的研究中證實咀嚼時間越長則早期葡萄糖釋放更快、胰島素分泌更早、血糖波動更平穩，多咀嚼也會增加飽足感與主觀滿足度，甚至改變大腦中與「飽足訊號」相關的神經活性；在物理方面，咀嚼會改變食團的結構幾何特徵，例如顆粒大小、表面積、孔洞分布等，這些都影響營養釋放與腸道發酵。

在實驗過程中 Ciaran Forde 教授的團隊設計了一個實驗，讓受試者以固定次數（5、10、20、40 次）咀嚼不同品種的米飯，結果顯示：咀嚼次數越多，食團顆粒越細，表面積越大；這些差異會從胃消化階段一路延續到結腸發酵階段；在體外模擬消化中（in vitro digestion），咀嚼越多的樣本有更高的澱粉水解速率與短鏈脂肪酸（SCFA）生成量。這些結果顯示咀嚼創造的結構差異會一路影響整個消化過程，並且這些微小的結構變化，最終會影響能量釋放與代謝標記物。

而食物基質可以就兩個層面進行分析，分別是巨觀層級（macro level）食物是固體、半固體、流體，這會影響咀嚼與吞嚥行為；以及微觀層級（micro level），影響消化速率與營養可利用度。為了了解質地是否能實際改變吃速與攝食量，團隊進行了一項為期七週的隨機交叉臨床試驗，提供兩種超加工飲食「fast arm（易咀嚼、快吃）」與「slow arm（難咀嚼、慢吃）」，在控制熱量密度、風味、飽足感等因素下，slow arm 組平均吃速降低約 24%、超過 90% 的受試者在 slow arm 每日能量攝取下降 170~270kcal、效果持續 14 天不減弱且受試者平均在試驗中累積減少約 5,000 kcal 的熱量攝取。

## **G.全球健康與地球營養**

### **(一) Ultra-processed Diets and the Chronic Disease Pandemic- Evidence, Global Policies and Mobilizing Collective Action(超加工飲食與慢性疾病大流行——證據、全球政策和動員集體行動)**

主持人：B. Popkin、C.A. Monteiro

#### **1.Evidence linking ultra-processed diets to the pandemic of obesity and other chronic diseases （將超加工飲食與肥胖和其他慢性疾病大流行聯繫起來的證據）**

講者：C.A. Monteiro

講者一開始強調，NOVA 分類的前三個類別——未加工或極少加工的食物、由天然原料製成的料理，以及傳統加工食品——一直是世界各地傳統飲食模式的基礎。從地中海飲食、拉丁美洲與非洲的傳統飲食，到亞洲許多地區的飲食型態，都可以看到這些食物類別的組合，並且長久以來被認為對健康有益。相較之下，「超加工食品（UPF）」則是近代出現的全新現象。根據 NOVA 的概念性定義，UPF 是由廉價食品衍生物質與各種添加劑組成的配方產品，



這些產品透過設計與行銷來取代傳統飲食模式，並以最大化產業利潤為目的。這一定義的重要之處在於，它揭示了為何食品產業偏好生產這類產品，以及為何消費者的消費量持續增加。然而，這樣的「解釋性定義」並不足以進行實證研究，因為食品業不會公開利潤率與製程細節。

因此，NOVA 又提出「操作性定義」——凡配方中包含某些關鍵加工標記，即可歸為 UPF。這些標記之所以被挑選出來，是因為它們正是 UPF 商業模式的核心。例如：外觀或口感的添加劑（Cosmetic additives，如香料、色素、人工甜味劑）、提升耐儲存性或加工性的技術原料（如蛋白分離物）。透過這些工業手段，廉價原料被轉化為「令人無法抗拒」的食品，並在市場上快速擴張。如此一來，我們便能區分出看似相似的產品，例如「全穀超加工麵包」與「傳統全穀加工麵包」的差別。

為了衡量攝取程度，NOVA 提出「UPF 膳食份額」的指標，即飲食中來自 UPF 的熱量或重量占比。份額越高，代表飲食模式受外部工業加工的影響越大。接著，講者提出三個可檢驗的假設：（一）超加工食品模式正在全球範圍內有效地取代傳統飲食模式；（二）接觸此飲食模式會惡化與慢性病相關的飲食品質；（三）由於飲食品質惡化，接觸此模式會增加多種慢性病的風險。這三個假設最初在巴西獲得驗證，如今已被世界各地研究重複檢驗。事實上，過去五年內，帶有「ultra-processed」字樣的學術論文數量成長了九成，顯示此領域正快速擴張。

| Nova: the food classification based on the extent and purpose of industrial processing                                                                                                                                            |                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| NOVA groups                                                                                                                                                                                                                       | Examples                                                                             |
| <b>1) Unprocessed or minimally processed foods</b><br>Foods as they are when separated from nature or <b>preserved</b> by processes that largely keep the structure of the original food and do not add salt, sugar, oils or fat. |  |
| <b>2) Processed culinary ingredients</b><br>Substances extracted from Group 1 foods (or nature) and <b>used to prepare, cook and season</b> Group 1 foods.                                                                        |  |
| <b>3) Processed foods</b><br>Group 1 foods modified with the addition of salt, sugar, oils or fats to <b>preserve them and or enhance their sensory properties</b> .                                                              |  |
| <b>4) Ultra-processed foods</b>                                                                                                                                                                                                   |                                                                                      |

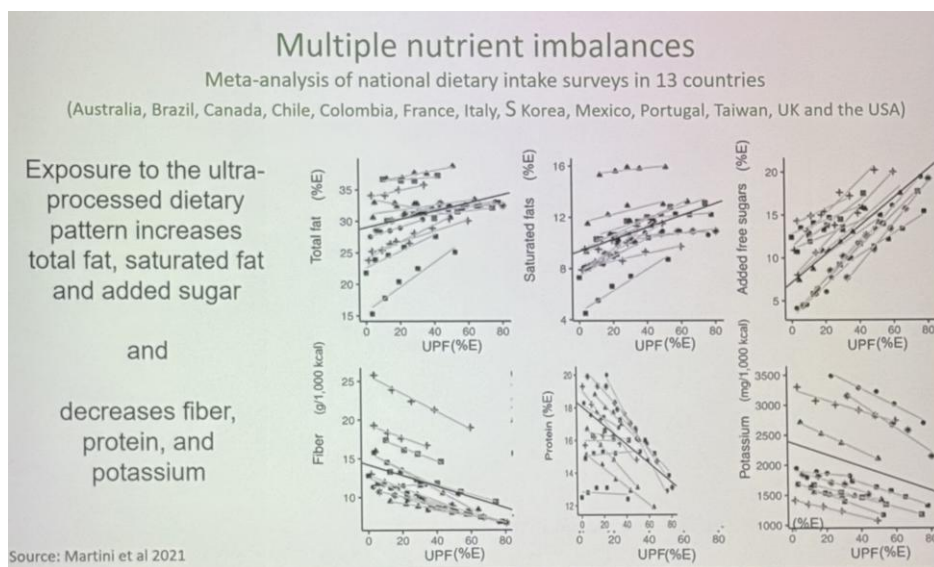
Source: Monteiro et al Public Health Nutrition 2017

#### 證據一：全球飲食模式的取代

來自 9 個國家的全國性調查顯示，UPF 在飲食中的佔比呈現持續上升的趨勢。美國的 UPF 早已佔總熱量攝取的一半以上，近年雖然成長幅度有限，但在中國等國，UPF 卻在十五年間翻倍，由 3% 上升至 10%。來自 93 個國家的銷售數據（作為消費的代理指標）也顯示，在低收入和中等收入國家，所有 UPF 子類別的銷售量都在平行增長，這證明它是一種飲食「模式」，因為各類產品會一起被消費。

#### 證據二：飲食品質的全面惡化

講者將問題分為四類機制。第一是「營養失衡」：一項涵蓋 13 個國家的統合分析顯示，隨著 UPF 攝取比例增加，總脂肪、飽和脂肪和添加糖的攝取量會增加，而纖維、蛋白質和鉀的攝取量則會減少，這是與慢性病相關的重要路徑。第二是「取代健康食物」：同一分析也發現，水果、蔬菜、豆類等健康保護性食物的攝取量，會隨著 UPF 攝取比例的增加而下降。第三是「過度攝食(Overeating)」：2019 年美國 NIH 的隨機對照試驗(RCT)提供了更強力的證據，當飲食 83%來自 UPF 時，受試者每日多攝取約 500 大卡，兩週內體重增加 2 公斤；而改為零 UPF 飲食則相反。日本及美國的社區研究也得到相同結果。第四是「外源性物質(Xenobiotics)」：這些是對人體有害的外來化學物質，可能在加工過程中產生、從包裝中釋出，或由工業添加（例如食品添加劑）。研究證實，UPF 攝取量越高，有害添加劑的攝取量也越高。



### 證據三：多種慢性病風險增加

一項最新的系統性回顧分析了 104 項前瞻性世代研究，其中 92 項研究發現 UPF 與至少一種慢性病風險增加有關，影響範圍幾乎遍及所有器官系統，這表明人類尚未適應 UPF。另一項統合分析也顯示，在 15 種有足夠研究的疾病中，有 12 種與高 UPF 攝取量有顯著關聯。

總結來說，累積的證據支持這三個假設。換言之，UPF 模式正成為飲食相關慢性疾病流行的核心驅動因子。這意味著僅靠傳統飲食建議（如多吃蔬果、減少糖鹽）恐怕不足，未來政策應明確納入「降低 UPF 攝取」這一層策略，才能有效回應全球慢性病流行的挑戰。

## 2.Policies for ultra-processed food control（超加工食品控制政策）

講者：C. Corvalán

### (1)為何需要超加工食品政策？

講者首先強調，制定政策的必要性來自三個面向。首先，超加工食品（UPF）已對公共健康造成深遠影響，與各類慢性疾病高度相關，並且正在取代天然與傳統食品的消費，導致

食品體系的可持續性與公平性受損。其次，愈來愈多證據指出，UPF 的生產也會對環境帶來負面影響，因為製程仰賴高耗能、高資源的工業化鏈條。最後，過去寄望產業「自我監管」的嘗試並未成功，相關標準往往流於形式，不僅規範寬鬆、缺乏執行力，也無法真正減少消費。因此，單靠業界自律並不足夠，必須推動由政府主導的強制性公共衛生政策。

## (2)政策應聚焦於什麼？

傳統營養政策大多針對「高糖、高鹽、高脂」(HFSS) 的食品，然而這種模式已不足以應對 UPF 的挑戰。UPF 的特徵並不僅在於營養含量，而在於使用工業食品物質和妝飾性添加劑，例如非營養性甜味劑、色素、人工香料與蛋白分離物等。這些工業物質賦予產品低成本、長保質期與強烈的消費吸引力，卻帶來健康風險。因此，政策需要直接鎖定 UPF 本身，而非僅僅聚焦於營養素。有些國家的經驗值得參考。例如，法國透過公開資料與演算法追蹤產品中是否含有工業添加劑，例如「非營養性甜味劑」(non-nutritive sweeteners)，以標示 UPF；拉丁美洲國家則在飲食指南中明確規範鼓勵或限制的食品類別。這些措施顯示，我們已具備可操作的 UPF 定義與監管方法，能為政策制定提供基礎。

## (3)食品環境政策的核心方向

講者指出，飲食雖然是個人選擇，但其實受到經濟、政治與文化因素強烈影響。若要減少 UPF 消費，必須改善「食品環境」。他將此概念分為四大政策領域：

### a.資訊揭露與消費者知情權

消費者面臨資訊不對稱，如果未被告知 UPF 的成分與風險，將難以作出健康選擇。墨西哥、阿根廷與哥倫比亞等國，已在包裝上增設警示標籤，例如黑色八角形符號，提醒產品含有非營養性甜味劑。這類標示能降低消費者誤判的風險，是第一步必要措施。

### b.限制不當行銷

UPF 廣泛利用電視、社群媒體與兒童導向廣告進行行銷。智利推行的法規被視為最全面的案例，涵蓋多個傳播管道，成功減少不健康產品的曝光量。儘管數位媒體尚存在監管漏洞，但證據已顯示行銷限制能顯著減少 UPF 消費。

### c.價格政策與稅收工具

研究顯示，UPF 的價格通常低於天然與傳統食品，這是消費者選擇的重要驅動力。哥倫比亞於 2023 年成為第一個對 UPF 徵收額外稅收的國家，目的在於縮小價格差距並導向更健康的選擇。這一作法與菸草、酒精稅制相似，提供了清晰的政策工具。

### d.公共採購與結構性限制

政府不應投入公共資金購買會增加醫療成本的食品。巴西的學校供餐計畫是一個典型案例：除了鼓勵採購天然與新鮮食材，還規範 UPF 在餐食中佔比必須逐年下降，從 2024 年的 20% 減至 2026 年的 10%。這種結合供應鏈與公共膳食的措施，能直接影響下一代的飲食習

慣。

#### (4)政策推進的挑戰與方向

講者提醒，UPF 的優勢在於「無處不在、價格低廉、易於取得」。這些因素正是推動其消費快速增長的結構性原因。因此，政策制定必須是「系統性的」，不能依賴單一措施。例如僅有標示而無價格政策，或僅有行銷管制卻沒有供餐規範，都不足以扭轉趨勢。唯有透過一籃子的多層次行動(package of action)，才能對健康、環境與社會產生實質影響。

### **3.Mobilizing a global health response to ultra-processed foods: findings from a multi-region consultation and analysis**（動員全球對超加工食品的健康應對措施：多區域諮詢和分析的結果）

**講者：P. Baker**

何謂「UPF 產業」？UPF 產業不僅僅是大家熟知的食品製造商（如雀巢、可口可樂），而是一個龐大的生態系，還包括：大型金融集團：如貝萊德(BlackRock)、先鋒集團(Vanguard)等華爾街巨頭，它們持有這些公司大量股份，並深刻影響其決策；以及其他商業實體：快餐連鎖店、大型零售商（如沃爾瑪）、大宗商品供應商（如嘉吉 Cargill）、包裝供應商、廣告公司、遊說團體，甚至包括與產業合作或受其資助的學術夥伴。

UPF 的核心經濟學是為利潤而生的設計，而 NOVA 分類的精妙之處在於它不僅關注加工的「程度」，更關注其「目的」，加工的根本目的就是利潤最大化。盈利能力被「設計」進產品中，這是天然食物或其他類別的食品生產者無法做到的（例如，多力多滋玉米片的利潤遠高於一根玉米）。一項針對美國上市食品公司的研究證實，UPF 製造商和快餐連鎖店是食品系統中迄今為止最賺錢的企業類型。自 1963 年以來，食品業超過一半的股東分紅僅由 UPF 製造商貢獻。在資本主義的食品體系中，高盈利能力會吸引更多投資，從而獲得更多資源，這些資源被用來鞏固其市場地位和政治影響力。龐大的行銷預算，例如，可口可樂、百事可樂和雀巢三家公司的行銷預算總和，約為世界衛生組織年度營運預算的五倍。而其持續的地域擴張，使產品在全球無所不在，即使在最偏遠的地區也能找到。高額利潤也讓它們有足夠的資源聘請遊說者和律師，以政治影響力甚大，這點是傳統食品生產者無法比擬的。

面對強大的經濟與政治權力，演講主張策略必須超越「個體教育」或「營養素微調」，而是直指 UPF 商業模式本身：透過產業與財政政策「調轉獲利結構」，降低生產 UPF 的利潤率，同時提高 NOVA 分類第 1 至 3 類食物的利潤誘因，讓資本流向健康、在地與永續的食物供應；結合競爭政策打破高度集中的上游供應鏈；改革食品標準與風險評估框架，將慢性病與永續性納入核心；並透過透明化與反干預規則（政治獻金、遊說登錄、學術與專業團體的利益衝突管理）來「去風險化」政策過程。此一路徑與菸草控制的經驗相通：明確把產業行為視為問題結構的核心，而非將責任推給個人。

講者呼籲建立「全球 UPF 行動網絡」，設立三大全球目標：在 UPF 飲食模式剛興起的國家，預防(Prevent)其上升；在 UPF 飲食模式正在增長的國家，遏止(Halt)其增長；在 UPF 已佔主導地位的國家(如澳洲)，降低(Draw down)其消費。。

最後，講者強調公正轉型，降低 UPF 必須兼顧糧食安全與就業衝擊，提供工人與中小企業轉型支持，避免傷害脆弱族群；並正視性別不平等，透過公共與社區層面的配套（如公共膳食、育兒與家務支持、男性家務分工承擔）減少將「回歸烹飪」的負擔不成比例地落在女性身上。唯有以系統性、結構性與可問責的政策組合，才能在健康、環境與社會面向上同時取得實質進展。

## **(二) Advancing Global and National Monitoring of Healthy Diets Throughout the Life Cycle- Data Needs, Evidence, Recommendations, and Demand Creation( 推進全球和國家對整個生命週期健康飲食的監測——數據需求、證據、建議和需求創造)**

**主持人：J. Coates、E.A. Frongillo**

### **1. Advancing Global and National Monitoring of Healthy Diets（推進全球和國家對健康飲食的監測）**

**講者：E.A. Frongillo**

講者說明成立(Healthy Diets Monitoring Initiative, HDMI)的源由。

當前全球面臨不良飲食的嚴峻挑戰。不良飲食是造成發育遲緩、消瘦、微量營養素營養不足的主要原因，同時也是非傳染性疾病(NCDs)的主要風險因子，這些疾病是全球死亡的主要原因。然而在飲食數據收集上面臨一些困境。制定有效的飲食政策需要以數據為基礎，但傳統的量化飲食調查（如 24 小時飲食回憶法）雖然能提供詳盡的食物與營養素攝取資訊，卻非常昂貴且耗時。這導致即使是資源最充足的國家，也往往每隔十年才能進行一次調查。為解決此問題，學界開發了許多低負擔(low burden)的評估方法與指標。然而，由於對於「何種方法最適合不同情境」以及「何種指標最有效」缺乏共識，導致這些新方法難以被各國廣泛採納。為此，聯合國糧食及農業組織(FAO)、聯合國兒童基金會(UNICEF)和世界衛生組織(WHO)於 2022 年共同成立了「健康飲食監測倡議」(Healthy Diets Monitoring Initiative, HDMI)團隊，並由塔夫茨大學與南卡羅來納大學提供學術支援。

HDMI 的首要目標是建立全球共識，以確定：1.應該測量健康飲食的哪些特性；2.哪些方法最適合測量這些特性；3.哪些指標能最有效地反映不同資訊需求。

HDMI 團隊已發布第一版指南，並舉辦了四場區域諮詢會議以了解各國需求。目前團隊正致力於一系列研究，包括對成人、兒童及青少年飲食評估指標的有效性進行系統性回顧，並利用來自 FAO/WHO 全球個人食物消費數據工具(GIFT)的 50 多個數據集進行分析。這些研究成果將為預計在 2026 年第一季發布的第二版指南提供實證基礎。

下列四個主題都與即將發布的指南內容直接相關，包括：政策與計畫應用、方法與指標的有效性證據、國家經驗分享（衣索比亞），以及數據整合與未來展望。

## **2. Countries' experience with dietary data collection and use: gaps and opportunities for demand creation**

**講者：I. Fleury Sattamini**

為了讓 HDMI 的指南能由各國需求驅動，團隊舉辦了多場諮詢會議，旨在了解各國在收集與使用飲食數據方面的現行做法、挑戰、差距與機會。會議總共有來自 59 個國家、151 位參與者，涵蓋政府單位（主要是衛生部門，其次是農業和統計部門）、聯合國機構、學術界、研究機構和公民社會等多方利益相關者。

就各國經驗顯示，成功的飲食監測系統關鍵在於：1.擁有國家級的糧食與營養政策，以及政治和資源上的承諾；2.政府內部跨部門的合作（如衛生、農業、財政、規劃部門）；3.調查執行機構（如衛生部）與大學和研究機構之間的密切合作，以進行知識轉移和更新調查工具。

各國回報飲食數據的用途廣泛，主要包括：監測飲食習慣的長期變化、為政策設計提供資訊、識別需要介入的目標人群、評估各項計畫的成效，例如：國民飲食指南的遵從度、校園午餐計畫、食品標示政策、含糖飲料減量政策等。並特別強調在監測不健康食品類別的重要性，這對於預防肥胖至關重要。

各國分享了使用兩種主要飲食評估方法的經驗：

- a. 量化評估方法(Quantitative Methods)，如 24 小時飲食回憶法：其優勢為，被視為參考與驗證過的標準方法，能提供全面的飲食數據，並允許進行詳細的營養素攝取量分析，特別適用於評估食品強化政策等特定用途。其挑戰在於，成本高昂且需要大量人力資源；缺乏最新的、符合當地情況的食物成分資料庫；缺乏易於使用的數據輸入與分析工具；受訪者負擔重，導致回應率低。這些挑戰使得這類調查最多每 5 到 10 年才能進行一次。
- b. 簡化方法 (Briefer Methods)，非量化的低負擔方法：其優勢為，成本與負擔較低，因此可以更頻繁地收集數據，這對於評估政策效果至關重要；同時也讓跨國的數據比較成為可能，有助於追蹤全球飲食趨勢。其挑戰在於，對於何種指標最有效、最適合不同情境缺乏共識；各國普遍對如何收集、計算及使用這些數據缺乏足夠知識；在包含多個主題的綜合調查中，很難決定要納入哪些食物群組；無法提供食物和營養素的詳細攝取量。

多數國家對於簡化方法的知識和使用仍然不足。量化方法對於特定目的仍然不可或缺，而簡化指標則適用於特定目的的頻繁監測。因此，最佳策略是將兩種方法整合到一個國家的飲食監測系統中。所以各國希望 HDMI 能提供明確的指引，包括：針對不同目的與年齡層，建議使用哪些經過驗證的指標；提供數據收集工具與問卷範本；指導如何將飲食模組嵌入現



有的國家調查中；提供數據分析、調查前準備、以及如何將數據用於政策制定的指南。而這些將成為 HDMI 制定下一版指南的核心基礎，以確保其內容能真正解決各國面臨的問題。

### **3. Construct validity and cross-context equivalence of low-burden diet metrics for children and adults (5–49 years)**（構建兒童和成人（5-49 歲）低負擔飲食指標的有效性和跨情境等效性

**講者：G. Hanley-Cook**

HDMI 團隊正在產出一系列全新證據，以評估各種低負擔飲食評估指標(low burden metrics) 的有效性，以找出哪些指標最適合用於監測學齡兒童、青少年及成年女性的飲食狀況。評估一個指標好壞的兩個核心概念：

- a.建構效度(Construct Validity)：一個指標是否「有效」，代表它必須能準確預測健康飲食的某個重要特性。例如，一個好的指標分數的提升，應該能對應到實際參考標準（如每日蔬果攝取量達到 400 克，或鈉攝取量低於 2000 毫克）的改善。
- b.跨情境等效性 (Cross-context Equivalence)：這代表一個指標的分數在不同國家或情境下，應該具有相似的解釋意義。此外，該指標對參考標準的預測能力在不同國家間也應該是相似的。有些將健康與不健康食物群組合併計算的綜合指標缺乏這種等效性，因為在高收入國家，人們可能同時攝取了更多健康與不健康食物，導致分數無法反映真實飲食品質，對政策制定沒有幫助。

該研究使用了來自 FAO/WHO 全球個人食物消費數據工具(GIFT)的開放數據，這些數據是透過量化的 24 小時飲食回憶法收集的。分析的樣本資料涵蓋龐大數據集，包括來自 23 項調查的 10,000 名兒童、27 項調查的 56,000 名青少年，以及 44 項調查的超過 75,000 名非懷孕成年女性。為了能公平比較各種指標（如 FGDS、GDQS、NOVA 分數等），研究團隊將所有指標的量尺進行了標準化，以評估每增加一個標準差的指標分數，會對飲食品質的結果產生多大的影響。

研究結果顯示，沒有任何單一指標能適用於所有目的，因此需要一套互補的指標組合來進行全面的飲食監測。以下是針對不同飲食面向，表現最好的指標：

- a.微量營養素與蛋白質充足性 (Adequacy)：食物群組多樣性分數(FGDS)在預測微量營養素充足性方面，是最強且最一致的指標，此結果在兒童、青少年和成年女性中都非常穩健。FGDS 也是預測兒童與青少年蛋白質攝取量的最佳指標。
- b.特定食物攝取 (Specific Food Intake)：蔬果全球膳食建議分數(F&V GDR score)最能準確預測人們是否達到蔬果攝取建議量，這點並不令人意外。GDQS+和 NCD Protect 分數在預測纖維質攝取方面表現最好。FGDS 是預測成年女性鉀攝取量的最佳指標。
- c.不健康飲食的節制 (Moderation)：



游離糖(Free Sugars)：NOVA-UPS (超加工食品)分數與達成游離糖攝取建議有顯著的負相關。然而，一個更簡單且預測效果更好的指標是「是否攝取含糖食物或含糖飲料」，結果顯示，不攝取任一項或兩項都不攝取的人，更有可能達成游離糖的建議標準。

鈉 (Sodium)：沒有任何一個低負擔指標能有效預測鈉攝取量是否達標。研究發現，主要的鈉攝取來源是烹飪時添加的鹽，而這類食物群組指標無法捕捉到這項資訊。

飽和脂肪 (Saturated Fat)：沒有任何指標能有效預測飽和脂肪的攝取量。

講者認為，要進行高頻度的飲食監測，必須根據不同的監測目的，選用一套經過驗證的互補指標。例如，不能只單獨使用飲食多樣性指標。所以在數據收集實務上，清單式的方法(list-based methods)，允許研究人員在一次調查中，輕鬆地計算出上述所有非量化的指標，甚至可以透過電話進行，這為未來數據收集提供了一個非常可行的方式。

#### **4. Ethiopia's experience with use of different types of dietary data to inform national policy and programs(衣索比亞使用不同類型的飲食數據為國家政策和計畫提供信息的經驗)**

**講者：M. Girma**

衣索比亞有多項國家級的政策與戰略，都將改善國民飲食列為優先事項。這些戰略的監測與評估框架中，包含了具體的飲食相關目標，這也使得定期收集飲食監測數據成為追蹤進度與修正方向的必要工作。

衣索比亞使用兩種主要方法的經驗：

- a. 量化方法 (Quantitative Methods)，如 24 小時飲食回憶法：衣索比亞已執行過兩次全國性的食物消費調查(2013 年及 2022 年)，主要目標群體為育齡婦女和兒童。這種方法雖然能提供寶貴的深入見解，但缺點非常明顯：耗時、對受訪者負擔重、成本高昂，並且最關鍵的是，數據處理速度緩慢，導致無法及時為政策提供可行的建議，因此不適合用於頻繁的數據收集。
- b. 簡化/低負擔方法 (Briefer / Low-burden Methods)：「飲食品質問卷」(Diet Quality Questionnaire, DQ) 已在衣索比亞經過驗證並被採納，正逐漸成為大型調查之間收集飲食數據的首選方法。最廣泛使用的指標是兒童與婦女的最低膳食多樣性(MDD)，同時也開始採用如 GDQS (全球飲食品質分數) 等更新的指標。其優勢在於操作簡單、成本較低，並且已被驗證可用於估計微量營養素的充足性，最重要的是能夠更頻繁地產生資訊以追蹤政策執行情況。然而也有許多挑戰，包括：在處理混合菜餚時需特別小心；數據僅限於食物群組層面，無法提供詳細的營養素資訊；有時需要食品標示資訊（例如評估食品強化營養），而這類工具無法提供。

對於上述的兩種類型數據，都有應用在政策上。量化數據，為食品強化政策提供了依據，如推動食用油的強制性強化；探索新的強化營養，如在食鹽中添加碘以外的其他微量營養素；

制定國家級的飲食改善目標與基準線，為國家「飲食指南」(Food-Based Dietary Guideline)的制定提供基礎數據。而低負擔指標，應用在為國家糧食與營養戰略設定基準線、監測飲食指南的執行成效、為包裝正面標示(front-of-package labeling)和限制高糖高脂食品行銷的立法提供資訊，以及評估營養敏感型社會保護計畫的成效。

但使用簡化指標也面臨許多挑戰，像 GDQS 這樣的綜合分數不易被理解和詮釋，很難向政策制定者傳達其具體含義。其次，在衣索比亞這樣飲食習慣差異大的國家，綜合分數可能無法有效呈現地區間的差異，特別是在健康食物攝取普遍偏低的情況下。所以，最好的方式是將綜合分數與各個獨立食物群組的詳細攝取資訊結合呈現。後者對於倡導改善特定食物消費更有說服力。

因此，衣索比亞設計一個有效的飲食監測系統，以平衡高負擔與低負擔的方法，即每 5-10 年進行一次量化調查(24 小時回憶法)，以獲得詳細的營養素適足性資訊。在兩次大型調查之間，根據需求更頻繁地使用飲食品質問卷(DQ)及相關指標，用於監測與評估計畫，及定期使用 GDQS 來了解健康與不健康食物群組的攝取範圍。

## 5. Building national systems for monitoring healthy diets

講者：C. Hayashi

最後一位演講者是來自南卡羅來納大學(University of South Carolina)的 Edward Franjo 博士，代替因故無法出席的聯合國兒童基金會(UNICEF)的 Hayashi 進行演講。

一個有效國家級健康飲食監測系統，旨在為不同的政策目的（如了解國民飲食健康狀況、為政策與計畫提供資訊、設定目標群體等）在「對的時間」用「對的方法」提供「對的數據」，以確保數據能夠被實際應用。

一個國家級系統並非單一工具，而是由多種數據收集方式所構成，這些數據來源可能由不同機構在不同時間點收集，包括：量化的 24 小時飲食回憶法、食物頻率問卷(FFQ)、非量化的低負擔方法、糧食消費與支出調查、糧食平衡表(Food balance sheets)等。一個理想的系統可以結合週期性（例如每隔幾年）的量化調查（如美國的 NHANES）與更頻繁（例如每年）的低負擔方法調查（如美國的 NHIS），以兼顧數據的深度與時效性。

在建立系統時必須考慮成本、永續性、數據標準化（以便追蹤長期趨勢），並需具備長遠的規劃視野。各國飲食數據收集現況大致可歸類為四型：1.持續進行量化調查：極少數國家，如美國；2.週期性進行量化調查：頻率可能不高，不一定會搭配非量化方法；3.僅收集非量化資訊：可能完全沒有或僅有過一次性的量化數據；4.完全沒有飲食數據。

目前在方法學上仍需努力克服的挑戰與知識缺口。

針對不同飲食面向的挑戰，特別需要加強對 3-5 歲兒童飲食多樣性的研究。將非量化的食物群組資訊，轉化為有意義的節制攝取「切點」(cut points)，但這點仍具挑戰性。此外，雖

然「最低膳食多樣性」(MDD) 已被用作微量營養素充足性的代理指標，但在不同年齡層的應用仍需更多研究。在總體營養素平衡(Macronutrient Balance)上，目前看來似乎只能透過量化數據評估，未來或許可探索創新的非量化評估方法。在能量攝取充足性(Energy Intake Adequacy)上，對於兩歲以上的兒童，目前尚無標準化的評估指標。

數據收集方法上，開放式回憶法較直觀，但可能因訓練有素的訪員不足而導致遺漏；清單式回憶法則更省時省錢，但可能造成高估。在地域廣大、飲食習慣異質性高的國家，如何確保食物清單能反映各地的實際情況是一大挑戰，同時也需針對兒童的飲食習慣進行調整。此外，在訪談對象上，對於 2-9 歲的兒童，通常由照顧者回答，但他們可能不清楚孩子在學校或托兒所的飲食。而兒童從幾歲開始可以準確地為自己回答，也需要更多研究來確定。此外，目前對於 24-59 個月的幼童、青少年、孕婦、長者、原住民、身心障礙者及難民等脆弱族群的飲食數據仍相當缺乏。

HDMI 團隊正在整合各方證據與研究，預計在今年秋季稍晚完成第二版指南的草案。草案完成後，將會進行為期 4-6 週的公開諮詢，並與各區域、國家及技術專家進行深入討論，以確保指南能切實滿足各國需求。未來的飲食指南不僅要考慮人類健康，還必須納入永續性與行星健康(health of the planet)的概念。這意味著需要開發相關指標，以評估飲食模式對環境的影響，並將其整合到未來的指南中。

### **(三) Understanding Drivers of Food Choice to Improve Diets- Opportunities and Challenges across the Food System (理解食物選擇的驅動因素以改善飲食—食物體系中機會與挑戰)**

主持人：S. Nicklaus, P. Menon

#### **1. Framing presentation on conceptualizing drivers of food choice behaviors and drivers of these behaviors with available evidence(關於概念化食物選擇行為驅動因素及其驅動因素的框架簡報，並附有可用證據)**

講者：E.A. Frongillo

儘管低中收入國家的資源有限，但人們在飲食上仍有一定的選擇空間，包括選擇「吃什麼、在哪裡取得、如何烹調、與誰共食以及如何保存」等。而這些選擇受到快速變動的「食物環境」影響，尤其是在全球氣候變遷、城市化、食品市場變化（如加工食品與即食食品增加）的背景下更為明顯。

為了分析這些影響因素，講者將「食物環境」分為兩個面向：

- (1)外在食物環境 (External Food Environment)：指食物的可得性、價格、品質、標示與市場政策等結構性因素。
- (2)個人食物環境 (Personal Food Environment)：則涵蓋可及性、可負擔性、便利性、嗜好、文化偏好、健康認知，以及食品安全與信任等心理與情境因素。

「食品安全與信任」是近年來在多項研究中反覆出現的重要議題，人們對食物衛生、污染、環境衛生與食物來源的信任，會直接影響其購買或攝取決策，尤其在脆弱社群中，對於外食或攤販餐食的疑慮會導致選擇限制。

此外，過去飲食行為研究多強調「成本、味道、便利性與健康」等因素，然而講者指出，這些只是表層動機，更深層的驅動力往往來自個人內在的「基本價值觀（basic human values）」。例如人們如何定義「可接受的價格」、「美味的味道」、「對健康的認知」，都與其生活方式、文化背景與家庭社會結構密切相關。

在低中收入國家，「生計變化（livelihood change）」則被視為主導飲食選擇的關鍵因素之一。講者引用研究指出，生計的變化可能包含工作場所轉移、收入變動、家庭成員時間安排改變等，這些都會影響食物的購買與烹調方式，進一步形塑整體飲食行為。

因此若要在全球規模上推動健康飲食，除了提升健康食物的供應，也需同步從「需求面」著手。這包括創造人們對健康飲食的「意願與能力」，而這背後必須建立在高品質的資料蒐集與行為分析之上。

## **2. Case study: Insights on (perceived) drivers of food choice in South Asia(案例研究：南亞食品選擇（被認為的）驅動因素的洞見)**

**講者：S. Scott**

針對孟加拉、印度與尼泊爾的農村地區進行了飲食選擇行為的探討。研究以家庭為單位進行調查，涵蓋具青少年成員的農業家庭，共蒐集成人與青少年的食物選擇觀點，並輔以市場調查，分析整體食物環境。

研究運用「快速食物環境評估工具（Food Environment Rapid Assessment Tool）」來量化個體對於健康與不健康食品的認知與態度，並透過主成分分析（PCA）將因素分類為「可負擔性」、「可及性」、「吸引力」、「食品安全」等構面。分析結果顯示，在孟加拉與尼泊爾，若個人認為健康食品較可負擔且容易取得，則其健康飲食得分（GDQS）顯著提高。尼泊爾地區的受訪者中，僅「吸引力」構面與健康飲食顯著相關。此外，食品安全的認知在三國中皆未顯著影響飲食結果。

深入的多層面分析發現：

- (1)健康食品攝取與家庭富裕程度、鄰近市場、健康食品在市場中的可見性正相關。
- (2)不健康食品攝取與高「吸引力」分數及可及性正相關。
- (3)零食攝取同時與健康與不健康食品攝取呈正相關，是飲食行為轉變的重要介入點。
- (4)糧食不安全為唯一與不健康飲食攝取顯著負相關的因素。

不健康食品已深入滲透至南亞農村地區，未來需從食物環境描述、供應面管控與政策影

響力等面向介入。此外，「吸引力」作為重要但難以改變的驅動因素，可能可透過社群媒體、設計等手段轉變大眾對健康飲食的感受，因此建議開發標準化工具以利不同文化情境下的跨國比較與研究整合。

## **2. Case study: Perceived challenges and proposed solutions to adopt a healthy diet for women and children in Addis Ababa, Ethiopia: A qualitative Photovoice study(案例研究：衣索比亞的斯亞貝巴婦女與兒童採用健康飲食的挑戰與建議解決方案：一項質性 Photovoice 研究)**

**講者：R. Pradeilles**

探討衣索比亞婦女與兒童在實踐健康飲食中所面臨的挑戰與其提出的在地化解決方案。研究透過影像敘事（Photo Voice）方法進行，共招募來自不同社經背景的育齡女性（包括備孕、懷孕、哺乳與育有 5 歲以下子女者），進行五場焦點團體工作坊。

衣索比亞正面臨營養不良與過重的「營養雙重負擔」，例如在都市地區已有超過 36% 的女性處於過重或肥胖狀態。過去針對飲食行為的研究多著重於供給端，但本研究則強調從婦女個人經驗出發，探討其日常生活中促進或阻礙健康飲食的因素。

透過參與式攝影與討論，辨識出影響健康飲食的挑戰主要集中在三個層面：

1. 個人層級因素例如飲食偏好，健康食物（如蔬菜）被視為不夠美味、不夠飽足；營養知識不足，婦女普遍缺乏如何組合食材以製作均衡飲食的知識；以及時間壓力與多重責任，家務與照顧工作沉重，迫使她們選擇了快速但不健康的餐食。(建議執行方式可加強健康飲食宣導、改善性別角色分工。)
2. 食物環境層級的部分，包含：食品衛生與安全堪憂(路邊攤販常暴露於污染環境)、烹調空間不足(城市貧戶缺乏適當廚房設施)、水電供應不穩(影響備餐頻率與品質)、不健康食品的廣告干擾(會影響消費者選擇)。(建議政府應監督市場食品衛生，並保障居住與基礎建設條件；設置社區菜園與健康食品配送制度。)
3. 宏觀經濟因素則包含貧窮與失業，財務壓力與糧食價格上升使得健康飲食難以負擔。(建議提升就業機會與收入，並檢討食品價格政策。)

這項研究以婦女親身經驗為基礎，揭示健康飲食行為背後的多重結構性障礙，顯示單靠營養教育並不足以改變行為，必須同步從社會性別、基礎建設、食品市場與經濟政策等層面進行系統性干預。參與者也提出可行且具在地脈絡的政策建議，對於推動以需求面為核心的營養政策具有實證價值與參考意義。

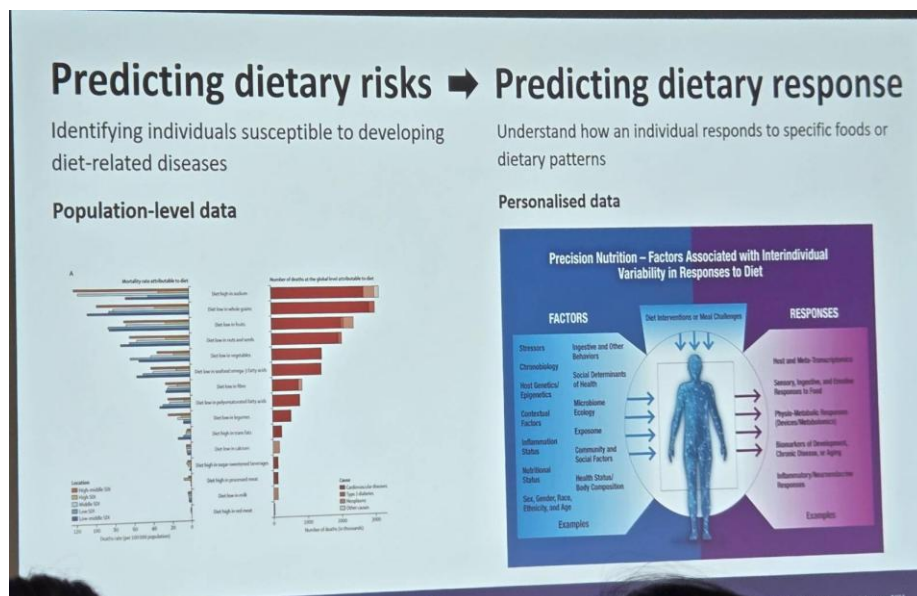
## 六、專題演講

### (一) How to better predict the individual response to personalized diets? (如何更好地預測個體對個人化飲食的反應?)

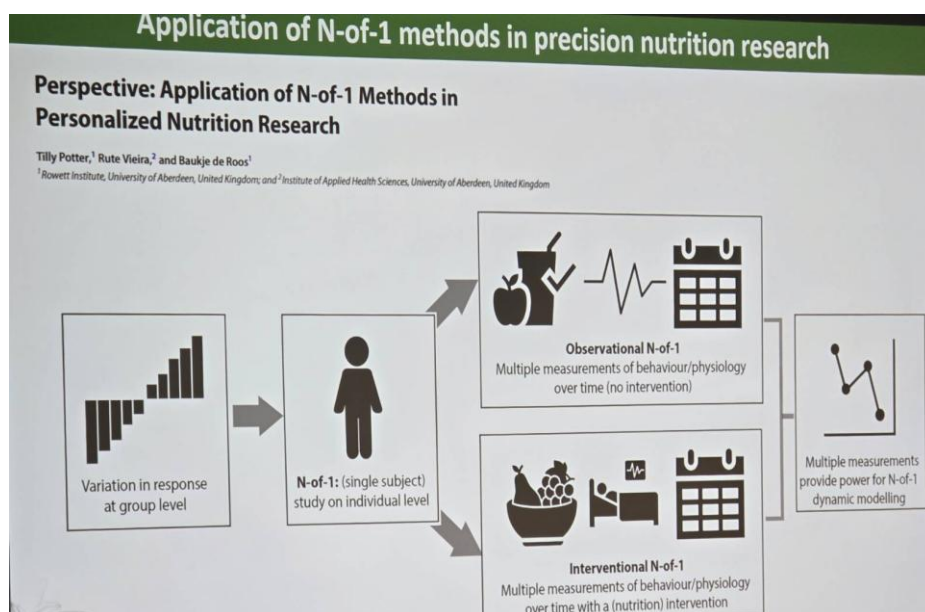
講者：Baukje de Roos (University of Aberdeen)

利用人口數據資料確認有關飲食相關的疾病風險，藉以了解預測個人對特定食物或飲食型態的反應，講者以此篇演講為題，於 2024 年在美國臨床營養學期刊發表。

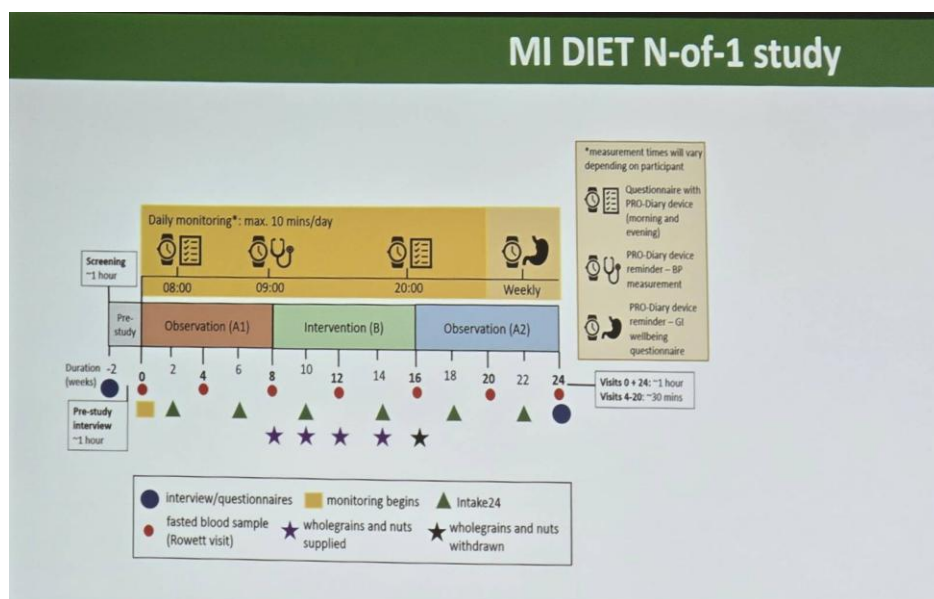
個體所吃下的食物或飲食型態，在不同的人體內會反應出不同的代謝型態，藉由預測模型，以了解健康與疾病的關係；而哪些因素最能預測，又個人化飲食與標準飲食建議間哪個更能有效改善健康呢？



精準營養的應用：N-of-1 方法，是一個隨機對照試驗，利用內在及外在因素評估或預測個體對飲食介入反應。



飲食介入時機點，如下圖：



研究結果顯示，經過 8 周的全穀物及堅果飲食介入，可能造成>50%參與者的心律顯著降低；但有其他因素也發現與心律有關，像是自我報告的睡眠品質、飲酒、月經週期時及環境溫度升高。

對於精準營養而言，是飲食看疾病，但誰是反應者（**responders**），而他們為甚麼是反應者，對於某些（**group**）反應者為言，飲食中的營養素、食物、飲食可能對反應物（疾病 **biomarkers**）有如同藥物一樣有效的調節效果。

AI 的「演算法推動」比傳統方式更能影響人們的行為。因為它能掌握每個人的行為數據，依照個人特徵設計出客製化的選項，引導更精準、更有效。隨著我們掌握大量消費與行為模式資料，AI 不僅能設計個人化策略，在更大規模上改變人們的決策與行為，還能即時調整，



比傳統方法更有影響力。

精準營養是透過分子層級（代謝體學、基因體學、蛋白質體學、腸道微生物體學等）的檢測，為個人提供最佳化的飲食建議，以促進健康、預防疾病並增強治療效果。不過，要真正做到「個人化且準確」的飲食建議，還需要大量研究，且存在一些缺口及機會，如下：

- 食物成分資料不足：目前的僅涵蓋約 0.5% 的生物物質。
- 對於飲食的依從性：個人能否長期遵守飲食建議，會受到社會支持、心理健康、壓力，以及經濟與生活環境穩定度等因素影響。
- 基因與飲食偏好差異：需要更深入了解基因差異如何影響味覺感受、食物偏好，進而影響終身的飲食行為。
- AI 與模型設計：必須確保模型與 AI 不僅納入飲食因素，還能動態捕捉食物環境、飲食行為與其交互作用。

## **(二) Complex relationships between food biodiversity, food consumption patterns and all cause and cause specific mortality in Europe（歐洲食品生物多樣性、食品消費模式與所有原因和特定死亡率之間的複雜關係）**

主持人：V. Cottet

講者：E. Riboli

大約四分之一世紀前，研究人員認識到僅透過病例對照研究（case-control study），即透過訪談癌症病患並將他們過去的飲食與生活方式與健康志願者進行比較，無法建立真正的知識。因此，研究人員建立了「世代研究」（cohort study），這與 1950 年代研究菸草危害的方式相同。

歐洲癌症與營養前瞻性調查(EPIC Cohort)，Riboli 教授設計並協調進行這項研究。研究對象僅包括健康的人（或在沒有疾病診斷時相信自己健康的人）。研究人員調查他們的生活方式、收集血液樣本（建立生物銀行，biobank），並結合參與者提供的生活方式和飲食數據，加上血液中可測量的生物標記（biomarkers），最終還測量了遺傳易感性等因素。EPIC 研究在歐洲收集了五十萬人的數據和血液樣本，並追蹤他們至少 20 或 30 年。目前已追蹤 25 年，累積了 8 萬個癌症病例。研究目標是在於希望透過追蹤，識別出最終患上疾病的人，並將基線時的數據與後來的結果（如癌症、糖尿病、神經退化性疾病）聯繫起來。這使得研究能夠從單純的統計「關聯」轉變為理解「因果關係」。

EPIC 等前瞻性世代研究提供的數據，是世界癌症研究基金會（WCRF）建立系統性評估證據的基礎。以下是關於飲食與癌症關係的最新分類：

### **1. 保護性因素 (Protective Factors)**

- (1)全穀物與纖維：食用纖維量高的族群（每天攝取 30-40 克纖維）相比於低攝取量者，罹患大腸直腸癌的發生率減少了約 50%。這種關聯在生物學、微生物學和代謝學上與預期相

符，且對結腸具有高度特異性。

(2)魚類：與大腸直腸癌風險降低相關。

(3)咖啡：許多前瞻性研究有力地表明咖啡與多種癌症風險降低相關。其中最強烈的效果體現在肝癌上，EPIC 研究顯示每天飲用四杯咖啡的人，罹患肝癌的風險降低了 50%。

(4)起司與乳製品：有非常可靠的數據顯示，食用起司和乳製品與大腸直腸癌風險降低 10%至 20%有關。然而，這尚未轉化為公共衛生建議，因為對於男性而言，乳製品與前列腺癌風險的邊際增加有關。

## 2. 風險因素 (Risk Factors)

(1)紅肉與加工肉品：與大腸直腸癌風險增加有關。食用紅肉和加工肉品增加，會導致大腸直腸癌風險增加約 12%。對於加工肉品而言，風險增加約 60%。在某些人群中，每天食用 300 到 400 克肉類和加工肉品，可能使大腸直腸癌的基線發生率幾乎增加一倍。因為這科學實證，國際癌症研究機構（IARC）已將加工肉品列為一級致癌物（與吸菸、酒精等同級），紅肉則列為 2A 級致癌物。

(2)速食與西方飲食：與大腸直腸癌風險增加有關，且常伴隨著肥胖問題。

(3)酒精：有壓倒性的證據表明酒精會導致不同類型的癌症。

(4)含糖飲料：雖然沒有強烈的癌症證據，但有強烈證據表明它們會導致體重增加。

## 3. 飲食模式的影響 (Combined Diet Patterns)

(1)紅肉與纖維的組合：大腸直腸癌風險最低的組合是低肉類和高纖維。風險最高的組合是高紅肉和低纖維，這會使風險增加 50%。

(2)魚類與纖維的組合：低魚類和低纖維的組合比高魚類和高纖維的組合，風險高出 70%。

(3)肥胖與癌症：身體脂肪與癌症風險的關聯是壓倒性的。例如，BMI 達到 30-35 的人，罹患大腸直腸癌的風險增加了 50%，罹患胰腺癌的風險增加了 20%到 30%。對於大腸直腸癌，肥胖者相比於纖瘦者，風險幾乎增加一倍。在歐洲女性中，腹部肥胖是大腸直腸癌風險的主要因素。對於女性停經後乳腺癌而言，停經後體重增加是一個非常重要的因素，甚至比實際體重更具影響力。

根據世衛組織的數據，對「死亡原因的原因」進行估計，結果顯示高血壓高居榜首，甚至超過了吸菸。其他主要的潛在因素依序是高 BMI、缺乏身體活動、高膽固醇、酒精，以及新鮮水果和蔬菜攝取不足。這些因素解釋了 70%至 75%的過早死亡（50 歲至 70 歲之間）。

研究人員根據 EPIC 的數據，評估了個體行為對生存機率的影響。如果男性和女性不吸菸、飲食健康、適度飲酒、積極運動、BMI 和血壓正常，他們在 30 年後（從 40 歲到 70/75 歲）的生存機率高達 97%至 98%。相反，如果男性具有所有不健康的行為，他們在 30 年後的生存機率僅為 64%至 65%。

Riboli 教授強調，儘管不健康生活方式的影響如此巨大，但這些風險因素是可以改變的，提供了希望。例如，改善生活方式（飲食、活動、減少肥胖等），在改變後的 5 至 20 年間，

可使全因死亡率降低 28%。相反地，生活方式惡化會使死亡率增加近影響。使用 EAT-Lancet 評分來衡量飲食的健康程度，結果顯示評分越差，生存機率越低。這證明了在真實數據中，飲食更健康也對地球更有益。但儘管有這些知識和建議，許多人仍未遵循，原因是多方面的，包括政治經濟壓力、忙碌的生活方式，以及健康食品的價格與低價不健康食品之間存在巨大的不平衡。

### **(三) Nutrition, Ageing and the protein transition- role of a plant based diet in the prevention of muscle-loss (營養、老化與蛋白質轉型：植物性飲食在預防肌肉流失中的角色)**

**主持人：E. Alonso-Aperte    講者：L. De Groot**

在高齡化社會中，隨年齡增長導致的肌肉流失（sarcopenia）是影響功能性健康的主要挑戰之一，Groot 教授指出，隨著年齡增長肌肉量會逐漸下降，尤其是在下肢，這可能導致活動能力與生活品質的顯著下降。但透過阻力訓練與足夠蛋白質攝取，可以顯著改善或延緩肌肉質量的流失，並且在過去研究中發現將每日蛋白攝取量提升至每餐 25 克，在 3 至 6 個月內可觀察到肌肉質量明顯增加，部分國家也將老年人每日蛋白質量上調納入官方膳食建議。

而植物性飲食在蛋白質營養存在一些潛在的優點和限制，例如植物性飲食的蛋白質及必需胺基酸含量較低、消化率較低以及飽腹感較強等，優點則是它有較低的溫室氣體排放、降低第二型糖尿病及心血管疾病風險、含有較高膳食纖維、較低飽和脂肪酸以及富含植物化合物與抗氧化物。

研究團隊與馬斯垂克大學合作設計三項臨床試驗，分別比較在單餐、10 天飲食控制以及三個月的自組餐中，65 歲以上長者使用植物性與雜食性飲食對肌肉健康的影響。

MEAL Study 的單餐介入研究結果顯示植物性飲食與雜食飲食在熱量相等、蛋白質一致的情況下，初步的肌肉蛋白質合成（L-[ring-13C6]-phenylalanine 追蹤）無明確差異；VD<sub>2</sub>O Study 的 10 天飲食控制 RCT 實驗中（純素組及雜食組），兩組間在肌肉蛋白合成率上使用重水標記測量 MPS（muscle protein synthesis）無顯著差異；VOLD 在為期 12 週的研究中分為雜食飲食組（OMNI）、純素飲食組（VEG）及純素飲食加阻力運動組（VEG+RE），結果發現純素飲食組肌肉量下降最多、加上阻力運動的純素組（VEG+RE）雖然也有下降，但有明顯減緩肌肉流失，而雜食飲食組的肌肉量變化最小或維持。

Groot 教授在總結的時候提到，雖然推動植物性飲食有其公共健康與永續性上的正面價值，但對老年族群而言，完全使用植物性蛋白取代動物性飲食仍需謹慎，最佳策略為「植物性飲食加上運動介入」。

### **(四) Strengthening the Role of Dietary Guidelines for Food Systems Transformation- The Science, Methodologies, and Future Directions (加強膳食指南在食物系統轉型中的角**

色：科學基礎、方法學與未來方向)

主持人：R. Hakeem 講者：A. Islas Ramos

本場演講由聯合國糧農組織（FAO）的 Ramos 博士主講，聚焦於膳食指南在推動永續食物系統轉型中的潛力與挑戰，並介紹 FAO 正在發展的「食物系統導向膳食指南方法學（Food Systems-based FBDG Methodology）」。

演講內容圍繞三個核心問題展開：（1）膳食指南迄今的實施成果；（2）需要改變的原因與方向；（3）膳食指南如何協助推動食物系統轉型。

講者回顧膳食指南的歷史脈絡，指出各國在 1992 年首次國際營養大會（ICN）後陸續發展食物為基礎的膳食指南（FBDGs），1995 年 FAO/WHO 出版首本制定手冊，其後 2014 年第二次營養大會（ICN2）則將「食物系統」首次納入核心議題，進一步推動全球的營養政策整合與更新。

然而，FAO 調查 27 個國家的結果顯示，多數國家的膳食指南尚未建立正式實施機制，執行多仰賴衛生部門，缺乏跨部門合作、專責單位、明確預算及監測評估系統。雖然許多政策可能參考了膳食指南，但實際上大多未在計畫文件中明確揭露引用關聯，導致指南效益難以追蹤與量化。

目前少數有具體實證的國家包括丹麥，其透過全國性「全穀推廣計畫」與膳食指南同步實施，在 2004-2013 年間成功提升國人全穀攝取量，是目前最具代表性的國家級前後比較案例。此外，巴西與日本也有觀察性研究與政策連結評估，但仍缺乏因果驗證。

講者指出，膳食指南傳統上偏重個體飲食行為改變，未充分連結整體食物供應、政策誘因與社會結構等系統性因素。為因應當代挑戰，未來膳食指南必須更動態、科學依據更廣、同時涵蓋健康、環境、永續性與社會面向，並具備多部門參與與行為科學設計。

在政策層面，指南應能影響消費激勵、公共採購、標示規範、永續農業等多項施政；在實務層面，則須有清楚實施計畫、能力建構策略與明確的執行責任分工。Global Panel（2020）建議將膳食指南視為引導國家食品政策與投資的重要工具，而不僅是針對個人的建議。

為因應這些需求，FAO 正式發展新的食物系統導向膳食指南方法學。此方法結合行為科學、膳食建模、環境指標與多方利害關係人參與，從一開始就納入「落實性」設計，包括政治支持、部門合作、溝通策略與預算編列。方法學強調「連結政策、證據、建議、行動」的邏輯鏈結，避免指南與實務脫節。

#### **(五) The Forefront of Nutrition- Shaping the Future with Global Leadership and Dreaming**

**Big with Young Researchers (營養科學前沿—以全球領導力塑造未來，與青年研究者共同築夢)**

主持人：A. Lartey 講者：H.S. Kim

本場講座由 IUNS 前主席 Kim 主持，旨在強調青年研究者在全球營養科學未來發展中的核心角色，並回顧國際營養科學聯盟的歷史與未來方向。講者以「與青年研究者一同築夢」為核心主題，分享了國際營養界如何透過合作與創新，形塑一個更健康、更可持續的世界。

國際營養大會（IUNS-ICN）提供了一個寶貴的平台，讓世界各地的營養學者和政策制定者聚集一堂，交流最新研究成果與趨勢。本屆大會涵蓋的主題包括氣候變遷、永續性、食品科學、全球健康、生命歷程營養、非傳染性疾病（NCDs）、臨床與基礎營養等，總共吸引超過 3,001 名註冊者、3,200 篇投稿摘要，以及來自 35 國、共計 155 場學術研討會，其中包括 13 個低中收入國家（LMICs）的參與。IUNS 自 1946 年成立以來至今已有來自 121 個國家的代表參與 IUNS 組織的國際大會，其中韓國在 1989 年曾主辦 ICN，並於 2022 年再次積極參與

有關「為何要投資年輕世代」，全球大學中開設營養或營養相關課程的機構數量眾多，如非洲約有 150 所、亞洲 600 所、美洲與歐洲分別有 300-600 所，但資料來源不一致，顯示亟需建立權威性資料庫。同時，以韓國為例，該國面臨少子化與人口老化雙重挑戰，使高等教育環境劇烈變動，許多大學面臨招生壓力或合併。此背景下，培育高素質的青年營養專才尤為關鍵。

為了永續發展營養科學，IUNS 正推動全球領導力培訓平台，例如非洲營養領導力計畫（African Nutrition Leadership Programme）及各地區性領導計畫。講者呼籲應從小學、社區階段即開始進行營養教育與領導力培育，建立良性的教育循環系統，從教育現場連結到職場，最終貢獻於全球營養治理。

此外科技進展對營養科學未來的潛在影響，特別是人工智慧（AI）的快速崛起。講者鼓勵青年科學家持續學習、保持創新、培養行動力，成為推動未來營養科學的關鍵推手。

## 肆、心得與建議

- 一、此次國際會議行程收穫豐碩，世界營養大會集結全球健康飲食及營養領域的專家，無論是基礎科學研究、臨床介入與發現、個人營養與衛教、社區調查與飲食介入試驗、食品、飲食與營養政策上，都有相當豐富的研究發現和各國政策最新推展狀況，很值得我國借境，建議未來可常態性參與，以掌握當前重要議題，並建立持續性國際互動與合作關係。
- 二、隨著社會生活型態的轉變，食品產業的發達，國人外食比例上升，超加工食品 (Ultra-processed food,UPF)的消費，攝取之熱量占每日總熱量比率亦逐年上升，其對慢性疾病發生或死亡的影響，已有許多國際流行病學研究證明，與肥胖、心血管疾病、高血壓、代謝症候群、憂鬱症和各種癌症有關，國際研究統計也可發現有關 UPF 的研究，這些年呈現倍數暴增，相對臺灣本土資料就很缺乏。我國每年進行之國民營養調查，持續蒐集全人口飲食攝取、營養與健康狀況資料，建議未來可參考 NOVA 食品分類系統，以瞭解國人攝取情形及進行相關研究探討。
- 三、對於飲食攝取量的衡量，傳統的 24 小時回憶法，因為調查方法較為複雜，須投入之人力與物力成本相當高，因此各國開發出飲食圖庫來做協助，也有開始發展 AI 辨識，但技術還在發展中，為解決開發中國家的需求，UNICEF 與 WHO 共同召集成立「營養監測技術專家諮詢小組」( Technical Expert Advisory Group on Nutrition Monitoring, TEAM)，協助各國填補營養監測指標、方法與操作層面的全球性缺口，並支援 WHO 與 UNICEF 推動營養監測相關的全球與國家政策。TEAM 所提出的全球營養監測框架操作指引，對部分無法測量的原始指標提出替代方案，例如以「最低膳食多樣性」取代「最低可接受飲食」，以及從行政資料（如健康、教育、農業等部門的管理資訊系統），和週期性調查（如 DHS 等家庭調查），整合出相關適用指標的方法，值得我國思考，如何以低成本取得更廣泛的飲食及營養監測指標。TEAM 團隊預計將於下一屆 ICN 發表正式指引，並希望促進全球營養監測系統的一致性與實用性，將持續關注其發展。

## 附錄一 本次口頭報告簡報

# Association Between Whole Grain Consumption Behaviors and Its Dietary Beliefs in Taiwan

Sin-Tian Du, Chao-Yu Yeh, Yi-Jing Lin, Chao-Chun Wu  
Health Promotion Administration, Ministry of Health and Welfare,  
Taipei City, Taiwan.

### Declaration of Conflicts of Interest:

The presenter declares no conflicts of interest related to the content of this presentation.

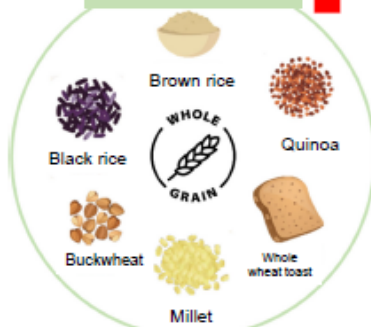
## Background

The findings support current dietary recommendations: Consuming at least 3 servings of WG daily (48 g/day) may help with weight maintenance and CVD prevention.

Rarely or never consumers

3-5 servings/day  
(48-80 g)

Whole grain (WG) foods



Dose-response

Risk ↓ 20%

- ☐ Strokes
- ☐ Type 2 diabetes (T2D) 26%
- ☐ Cancers
- ☐ Cardiovascular diseases (CVD) 21%



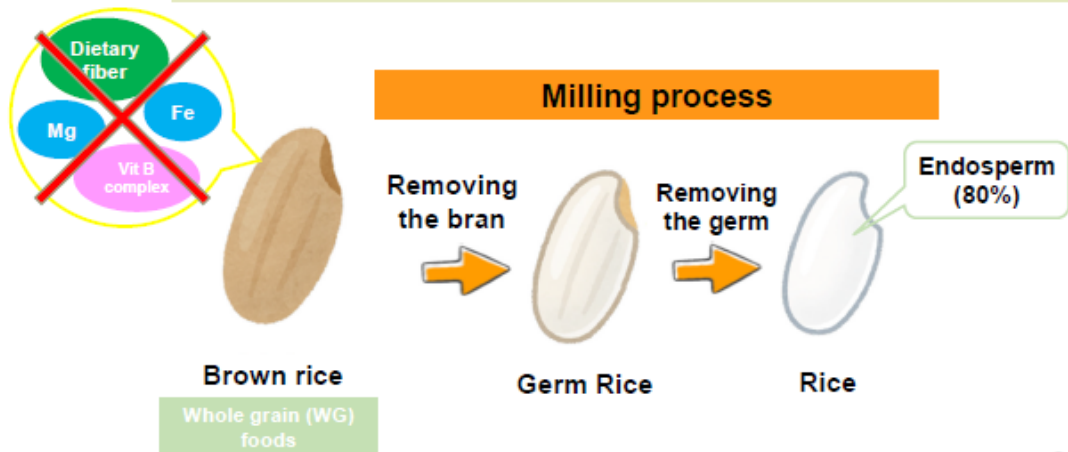
Cholesterol ↓

Ye et al. 2012; Reynolds et al. 2019

2

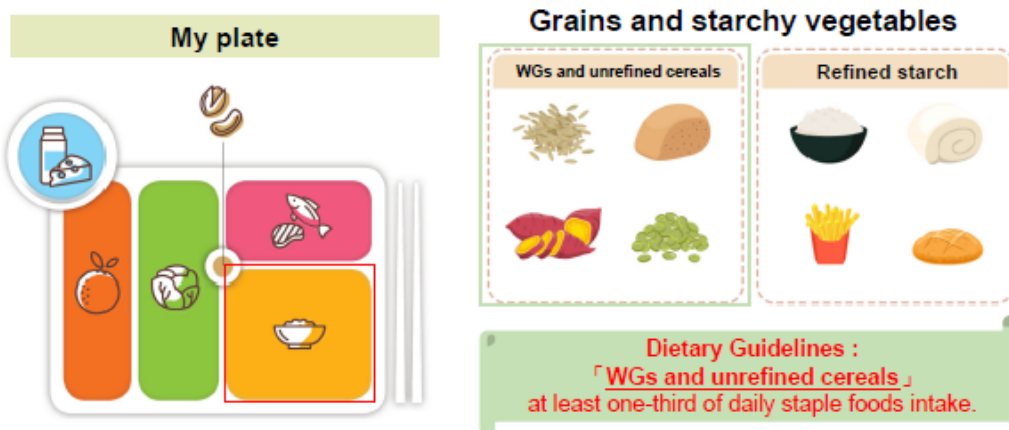


## Background



3

## Background



4

## Background

- ✓ Whole grains aren't traditionally part of Taiwan's food culture—we mostly eat rice—it's been a challenge to promote them.
- ✓ Few studies have explored the relationship between individuals' WG eating habits and their dietary beliefs.



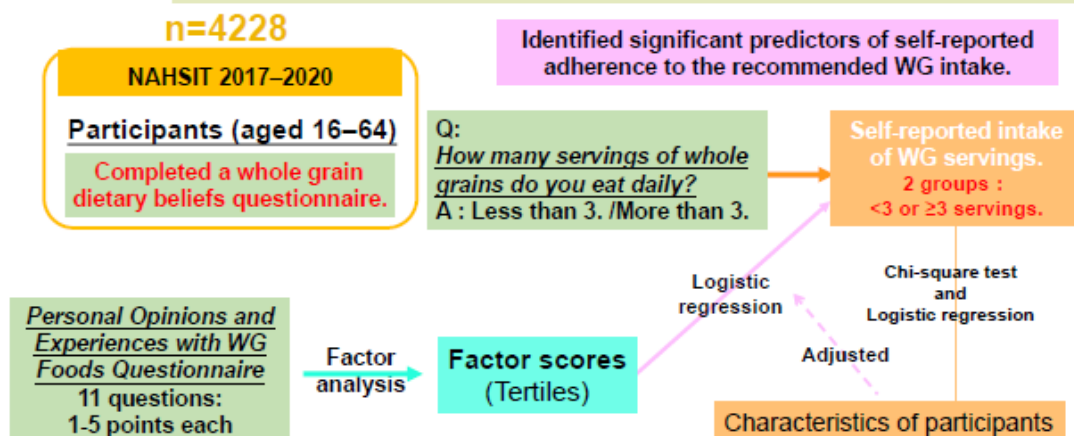
### Aim

Examine this connection using data from the Nutrition and Health Survey in Taiwan (NAHSIT).

5

## Methods-Study Framework

All results are weighted.



6

## Personal Opinions and Experiences with WG Foods Questionnaire

To ensure consistent results

Reversed the scores

Agree with positive.  
Disagree with negative.

Meet the recommended WG intake.

5 positive and 6 negative questions

Each question is rated 1-5, from Strongly Agree to Strongly Disagree.

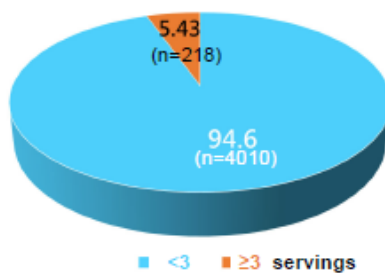
- 1 Replacing refined grains with whole grains for better nutrition.
- 2 Eating more WGs helps prevent constipation.
- 3 Poor taste of WGs.
- 4 Feeling more comfortable after eating WGs.
- 5 Overall, increasing WGs intake is very beneficial for me.
- 6 Rarely prepared WGs at home.
- 7 I rarely eat WGs when dining out.
- 8 Choosing WGs costs more.
- 9 I'm unsure which foods are WGs in my daily diet.
- 10 Difficulty increasing WG intake.
- 11 Eating more WGs helps prevent chronic diseases like cancer, heart disease, and high cholesterol.

7

## Results

Q: How many servings of whole grains do you eat daily?

Self-reported intake of WG servings  
(%, n=4228)



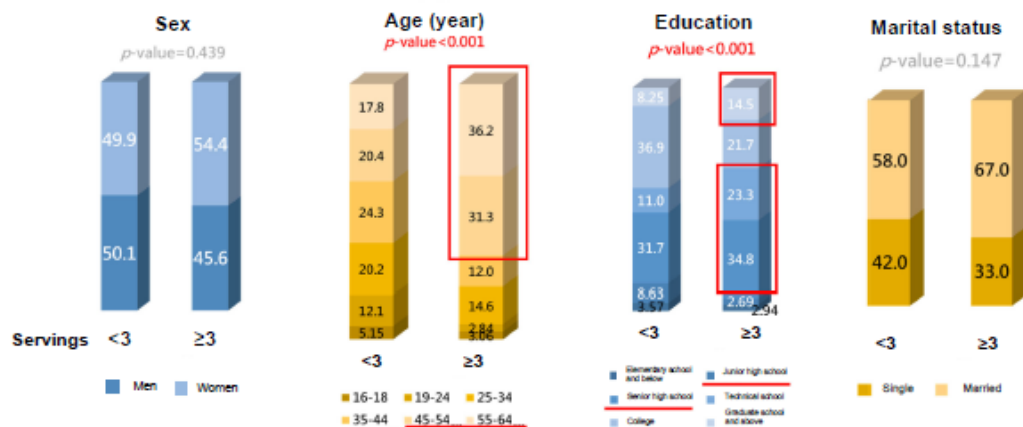
One serving size of whole grains



8

## Results

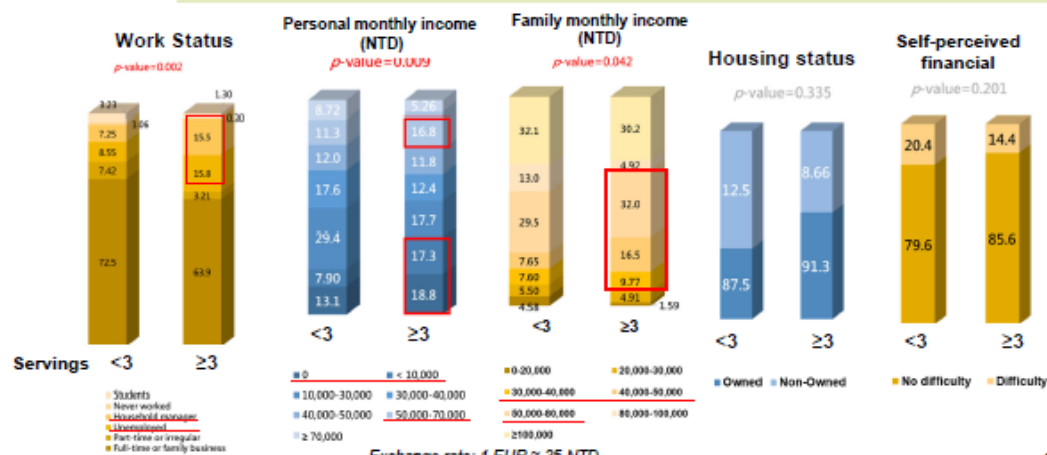
### Demographic characteristics



9

## Results

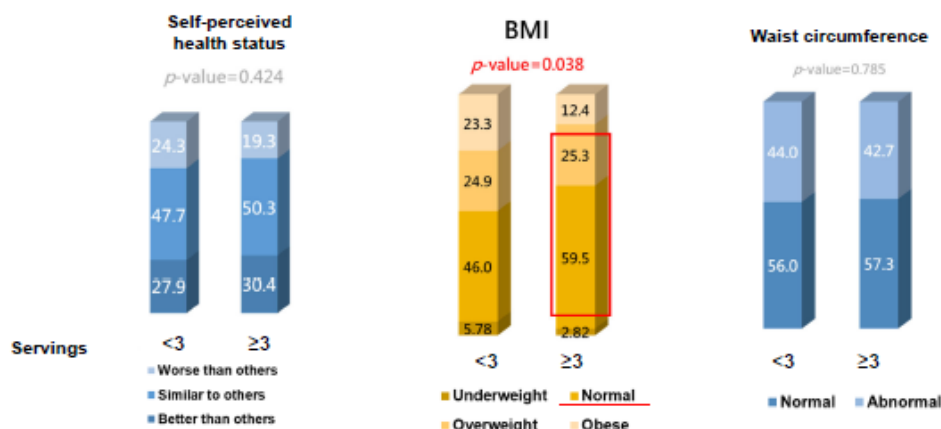
### Economic status



10

## Results

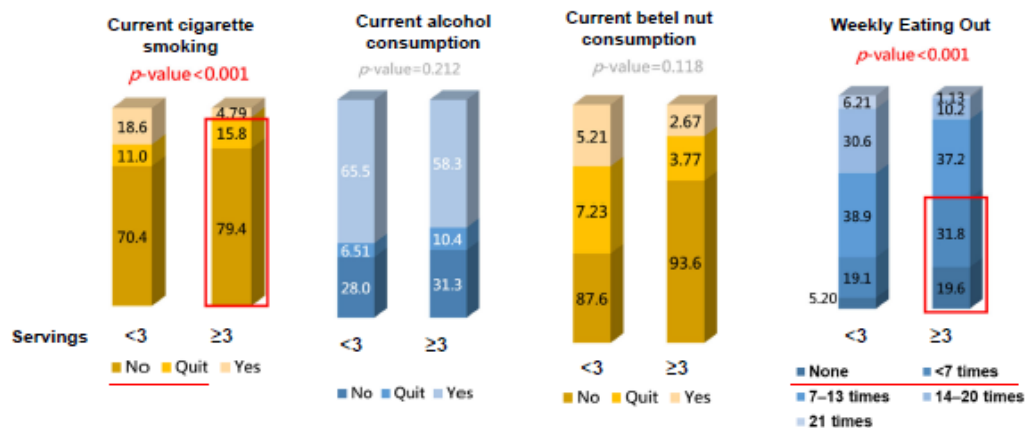
Health status



11

## Results

Behavioral factors



12

## Results

|                                                                                      |                                                                                                  | Positive beliefs | Negative beliefs |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|
| Factor Analysis of the Personal Opinions and Experiences with WG Foods Questionnaire |                                                                                                  | Factor1          | Factor2          |
| 1                                                                                    | Replacing refined grains with whole grains for better nutrition.                                 | 0.75             | 0.03             |
| 2                                                                                    | Eating more WGs helps prevent constipation.                                                      | 0.77             | 0.02             |
| 3                                                                                    | Poor taste of WGs.                                                                               | <0.01            | 0.57             |
| 4                                                                                    | Feeling more comfortable after eating WGs.                                                       | 0.69             | 0.16             |
| 5                                                                                    | Overall, increasing WGs intake is very beneficial for me.                                        | 0.81             | 0.04             |
| 6                                                                                    | Rarely prepared WGs at home.                                                                     | 0.15             | 0.59             |
| 7                                                                                    | I rarely eat WGs when dining out.                                                                | -0.11            | 0.51             |
| 8                                                                                    | Choosing WGs costs more.                                                                         | -0.13            | 0.46             |
| 9                                                                                    | I'm unsure which foods are WGs in my daily diet.                                                 | 0.13             | 0.43             |
| 10                                                                                   | Difficulty increasing WG intake.                                                                 | 0.15             | 0.71             |
| 11                                                                                   | Eating more WGs helps prevent chronic diseases like cancer, heart disease, and high cholesterol. | 0.76             | -0.08            |
| Eigenvalue                                                                           |                                                                                                  | 3.04             | 1.81             |
| Explained variance (%)                                                               |                                                                                                  | 28               | 16               |

13

## Results

| Exploring the Determinants of Meeting the Recommended WG Intake. (≥3 servings) |    |                             |                         |       |           |         |                      |           |         |                      |           |         |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|-----------------------------|-------------------------|-------|-----------|---------|----------------------|-----------|---------|----------------------|-----------|---------|
| Belief score tertiles                                                          |    | Achieved / Not achieved (n) | Average score (Mean±SE) | Crude |           |         | Model 1 <sup>a</sup> |           |         | Model 2 <sup>b</sup> |           |         |
|                                                                                |    |                             |                         | OR    | 95% CI    | p-value | OR                   | 95% CI    | p-value | OR                   | 95% CI    | p-value |
| Positive                                                                       |    | 25 scores                   |                         |       |           | <0.001  |                      |           | 0.001   |                      |           | 0.018   |
| Disagree<br>↓<br>Agree                                                         | T1 | 28/1264                     | 15.3±0.09               | Ref.  |           |         | Ref.                 |           |         | Ref.                 |           |         |
|                                                                                | T2 | 46/1159                     | 18.5±0.02               | 2.03  | 1.13,3.67 | 0.915   | 1.69                 | 0.92,3.13 | 0.891   | 1.37                 | 0.75,2.46 | 0.837   |
|                                                                                | T3 | 144/1587                    | 21.0±0.06               | 3.94  | 2.32,6.71 | <0.001  | 2.69                 | 1.54,4.69 | 0.001   | 2.05                 | 1.18,3.57 | 0.013   |
| Negative                                                                       |    | 30 scores                   |                         |       |           | <0.001  |                      |           | <0.001  |                      |           | <0.001  |
| Agree<br>↓<br>Disagree                                                         | T1 | 3/1243                      | 12.7±0.06               | Ref.  |           |         | Ref.                 |           |         | Ref.                 |           |         |
|                                                                                | T2 | 29/1355                     | 16.0±0.03               | 36.9  | 8.70,157  | 0.019   | 35.8                 | 8.56,150  | 0.008   | 37.6                 | 9.14,155  | 0.004   |
|                                                                                | T3 | 186/1412                    | 19.9±0.08               | 173   | 44.4,675  | <0.001  | 124                  | 31.4,493  | <0.001  | 118                  | 29.9,465  | <0.001  |

Weighted analysis using logistic regression.

a. Adjusted for personal factors including age, education level, personal income, weekly eating out frequency, and current smoking status (logistic regression identified factors related to the inability to meet the recommended intake of WGs, data not shown).

b. Adjusted for model 1 + both beliefs.

14

## Results

### Impact of Positive Beliefs on Meeting the Recommended Whole Grain Intake

| Disagree → Agree                                                                                 |                                                                                   | Crude |           |         | Model <sup>a</sup> |           |         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------|---------|--------------------|-----------|---------|
|                                                                                                  |                                                                                   | OR    | 95% CI    | p-value | OR                 | 95% CI    | p-value |
| Replacing refined grains with whole grains for better nutrition.                                 |  | 2.01  | 1.51,2.67 | <0.001  | 1.75               | 1.28,2.39 | 0.001   |
| Eating more WGs helps prevent constipation.                                                      |  | 1.50  | 1.04,2.15 | 0.030   | 1.05               | 0.71,1.54 | 0.820   |
| Feeling more comfortable after eating WGs.                                                       |  | 1.87  | 1.51,2.31 | <0.001  | 1.42               | 1.00,2.01 | >0.05   |
| Overall, increasing WGs intake is very beneficial for me.                                        |  | 1.65  | 1.28,2.14 | 0.001   | 0.80               | 0.50,1.28 | 0.348   |
| Eating more WGs helps prevent chronic diseases like cancer, heart disease, and high cholesterol. |  | 1.43  | 1.07,1.91 | 0.017   | 0.84               | 0.57,1.26 | 0.397   |

Weighted analysis using logistic regression.

a. Adjusted for personal factors (age, education level, personal income, weekly eating-out frequency, current smoking status) and each positive belief item.

15

## Results

### Impact of Negative Beliefs on Meeting the Recommended Whole Grain Intake

| Agree → Disagree                                 |                                                                                     | Crude |           |         | Model <sup>a</sup> |           |         |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------|---------|--------------------|-----------|---------|
|                                                  |                                                                                     | OR    | 95% CI    | p-value | OR                 | 95% CI    | p-value |
| Poor taste of WGs.                               |  | 1.52  | 1.26,1.82 | <0.001  | 1.26               | 1.01,1.59 | 0.044   |
| Rarely prepared WGs at home.                     |  | 4.23  | 3.31,5.42 | <0.001  | 3.35               | 2.58,4.34 | <0.001  |
| I rarely eat WGs when dining out.                |  | 1.45  | 1.11,1.89 | 0.006   | 1.03               | 0.79,1.34 | 0.856   |
| Choosing WGs costs more.                         |  | 0.99  | 0.79,1.23 | 0.913   | 0.86               | 0.70,1.07 | 0.184   |
| I'm unsure which foods are WGs in my daily diet. |  | 1.49  | 1.20,1.84 | <0.001  | 0.80               | 0.62,1.05 | 0.101   |
| Difficulty increasing WG intake.                 |  | 3.64  | 2.76,4.80 | <0.001  | 1.88               | 1.33,2.66 | <0.001  |

Weighted analysis using logistic regression.

a. Adjusted for personal factors (age, education level, personal income, weekly eating-out frequency, current smoking status) and each negative belief item.

16



## Conclusion

### ■ Key Findings :

- In Taiwan, only 5.43% of people meet the recommended whole grain intake. ( $\geq 3$  servings).
- Positive and negative beliefs play a key role, influenced by modifiable factors : Accessibility, Availability, Taste, and Awareness.

### ■ Strengths & Limitations: The Nutrition and Health Survey in Taiwan (NAHSIT)

- Whole grain intake is self-reported, so there might be recall bias.
- A cross-sectional design : Can't claim causality.
- Nationally representative data.
- Based on the results, changing the environment to promote whole grain consumption could help improve diets and increase intake.

17

## Thank you for your attention.

促進健康 預防疾病 安全防護 共同參與 夥伴合作  
Promotion, Prevention, Protection, Participation, Partnership!

## 附錄二 本次投稿海報



衛生福利部國民健康署  
Health Promotion Administration,  
Ministry of Health and Welfare



www.icn2025.org  
ICNAB-03116

### Exploring the Association Between Dietary Patterns and Diabetes Among the Population Through the Nutrition and Health Survey in Taiwan (NAHSIT)

Yi-Chin Liu <sup>a</sup>, Sin-Tian Du, Yi-Jing Lin, Chao-Chun Wu  
Health Promotion Administration, Ministry of Health and Welfare, Taiwan

#### Background:

Diabetes is a growing global health concern, with modifiable lifestyle factors—especially diet—playing a critical role. This study explores the link between dietary patterns and diabetes using NAHSIT data.

#### Methods:

This study used data from the second wave of the Nutrition and Health Survey in Taiwan (NAHSIT, 2017–2020). Participants included individuals aged 19 years and older who completed both the Food Frequency Questionnaire (FFQ) and the diabetes-related module. A total of 3,593 respondents were included after excluding those without fasting blood glucose measurements or without recorded fasting duration. To avoid reverse causality—i.e., the possibility that participants may alter their dietary habits after being diagnosed with diabetes—those who self-reported having diabetes (including those currently on glucose-lowering medication or previously diagnosed by a physician) were excluded. Diabetes status was defined as follows: Diabetes: fasting glucose  $\geq 126$  mg/dL, Prediabetes: fasting glucose between 100 and 125 mg/dL, Reference group: fasting glucose  $< 100$  mg/dL. Dietary information was collected using an FFQ that assessed the frequency of consumption of 45 food items over the past month. These items were grouped into 21 food categories based on food type, nutritional composition, characteristics, and level of processing. Principal Component Analysis (PCA) was used to identify dietary patterns. Dietary pattern scores were divided into tertiles (T1–T3), and multivariable logistic regression was conducted to examine the associations between dietary patterns and the risks of diabetes and prediabetes. Model 1 was adjusted for age and sex; Model 2 was further adjusted for educational level and monthly personal income.

#### Results:

Participants with diabetes were older (mean 62.1 years) and predominantly male (56.8%). They also had lower educational attainment and personal income, with 34.5% reporting elementary school or below and 39.9% earning under NT\$10,000 per month. Biochemical indicators including blood pressure, fasting glucose, HbA1c, triglycerides, and total cholesterol were significantly elevated in the diabetes group, while LDL cholesterol was lower compared to other groups. Three dietary patterns were identified through PCA, explaining 27.7% of total variance: (1) Meat-Vegetable (12.7%) – high in vegetables, meats, fried foods, processed meats, and sweetened beverages; (2) Healthy (8.9%) – rich in fruits, whole grains, and nuts; (3) High-Seafood-Low-Soymilk (6.1%) – high in seafood, low in soy and dairy. In logistic regression analyses (Model 1: adjusted for age and sex), the Meat-Vegetable pattern was associated with increased risk of diabetes (T2 vs. T1 OR=1.51; T3 vs. T1 OR=2.00) and prediabetes (T2 OR=1.60; T3 OR=2.12). The Healthy pattern showed protective effects for diabetes (T2 OR=0.70; T3 OR=0.74) and prediabetes (T3 OR=0.85). The High-Seafood-Low-Soymilk pattern was protective against prediabetes (T2 OR=0.86; T3 OR=0.95), but results for diabetes were inconsistent (T2 OR=0.71; T3 OR=1.10). Model 2, additionally adjusted for education and income, showed similar trends.

#### Conclusions:

This nationwide study used NAHSIT data to explore dietary patterns and their association with diabetes in Taiwan. The Meat-Vegetable pattern, high in poultry, processed meats, fried foods, and vegetables, was linked to increased diabetes and prediabetes risks. In contrast, the Healthy pattern—rich in fruits and nuts—showed protective effects. The impact of the High-Seafood-Low-Soymilk pattern remains inconclusive and warrants further study. These findings can inform tailored dietary education and early intervention strategies, particularly for individuals with prediabetes, to reduce disease progression and support diabetes prevention efforts.

Table 1. Social, Demographic, and Biochemical Characteristics\* \*\*

| Variable                      | Reference group (n=2219) | Diabetes (n=148) | Prediabetes (n=1228) | p-value |
|-------------------------------|--------------------------|------------------|----------------------|---------|
| Age                           | 51.77±18.33              | 62.12±12.68      | 60.54±14.48          | <.0001  |
| Sex                           |                          |                  |                      | <.0001  |
| Male                          | 1003(45.20)              | 84(56.76)        | 688(56.12)           |         |
| Female                        | 1216(54.80)              | 64(43.24)        | 538(43.88)           |         |
| Education                     |                          |                  |                      | <.0001  |
| Elementary school or below    | 478(21.54)               | 51(34.46)        | 374(30.51)           |         |
| Junior high school            | 274(12.35)               | 27(18.24)        | 172(14.03)           |         |
| Senior high school            | 597(26.90)               | 43(29.05)        | 303(24.71)           |         |
| College or university         | 723(32.58)               | 24(16.22)        | 320(26.10)           |         |
| Graduate school or above      | 146(6.58)                | 3(2.03)          | 57(4.65)             |         |
| Monthly personal income, NT\$ |                          |                  |                      | <.0001  |
| <10,000                       | 698(31.46)               | 59(39.86)        | 409(33.36)           |         |
| 10,000–40,000                 | 998(44.98)               | 57(38.51)        | 508(41.44)           |         |
| >40,000                       | 461(20.78)               | 22(14.86)        | 284(23.16)           |         |
| Other                         | 62(2.79)                 | 10(6.76)         | 25(2.04)             |         |
| Blood pressure (mmHg)         |                          |                  |                      |         |
| SBP                           | 120.23±18.90             | 138.41±24.82     | 129.21±18.86         | <.0001  |
| DBP                           | 72.50±10.61              | 79.92±12.86      | 76.49±10.68          | <.0001  |
| FBG (mg/dL)                   | 91.28±5.37               | 151.00±35.65     | 107.04±6.11          | <.0001  |
| HbA1c (%)                     | 5.43±0.37                | 7.12±1.32        | 5.77±0.43            | <.0001  |
| Triglycerides (mg/dL)         | 109.92±72.59             | 183.03±132.34    | 136.53±88.60         | <.0001  |
| Total cholesterol (mg/dL)     | 183.28±34.21             | 193.74±40.60     | 188.83±36.71         | <.0001  |
| HDL (mg/dL)                   | 55.45±14.62              | 46.03±11.87      | 50.82±13.32          | <.0001  |
| LDL (mg/dL)                   | 116.72±32.43             | 124.35±38.52     | 121.65±31.16         | <.0001  |

\*Data are presented as n (%) for categorical variables and mean  $\pm$  SD for continuous variables.

Table 2. Factor Loadings of Dietary Patterns among the Taiwanese Population\*\*

| Food Group                 | Meat-Vegetable | Healthy | High-Seafood-Low-Soymilk |
|----------------------------|----------------|---------|--------------------------|
| Whole Grains               | -0.14          | 0.37    | -0.01                    |
| Milk, Yogurt, and Cheese   | 0.09           | 0.29    | -0.20                    |
| Vegetables                 | 0.33           | -0.02   | -0.20                    |
| Fruits                     | -0.04          | 0.52    | 0.05                     |
| Eggs                       | 0.29           | 0.14    | -0.19                    |
| Flavored Milk              | 0.10           | -0.07   | -0.08                    |
| Nuts and Seeds             | -0.07          | 0.47    | -0.10                    |
| Soy Products               | 0.14           | 0.27    | -0.29                    |
| Fish                       | -0.04          | 0.15    | 0.63                     |
| Other Seafood              | 0.23           | 0.17    | 0.40                     |
| Processed Seafood Products | 0.26           | 0.05    | 0.34                     |
| Poultry and Livestock      | 0.35           | 0.03    | 0.16                     |
| Organ Meats                | 0.26           | -0.01   | 0.16                     |
| Processed Meats            | 0.32           | -0.03   | 0.13                     |
| Mixed Beverages            | 0.29           | 0.06    | -0.14                    |
| Ice-based Desserts         | 0.19           | 0.05    | -0.05                    |
| Snacks and Sweets          | 0.17           | 0.14    | -0.01                    |
| Fried Foods                | 0.37           | -0.08   | -0.13                    |
| Rice and Flour Products    | 0.02           | -0.03   | -0.06                    |
| Breakfast Cereals          | -0.20          | 0.25    | 0.08                     |
| Tubers and Legumes         | 0.00           | 0.20    | -0.08                    |

Table 3. Association Between Dietary Patterns and the Risks of Diabetes and Prediabetes\*\*

| Model 1                  | OR    | 95%CI       | p-value | OR    | 95%CI       | p-value |
|--------------------------|-------|-------------|---------|-------|-------------|---------|
| Meat-Vegetable           |       |             |         |       |             |         |
| T1                       | Ref.  | -           | -       | Ref.  | -           | -       |
| T2                       | 1.510 | 1.498-1.522 | <.0001  | 1.604 | 1.599-1.610 | <.0001  |
| T3                       | 2.001 | 1.984-2.019 | <.0001  | 2.123 | 2.114-2.131 | <.0001  |
| Healthy                  |       |             |         |       |             |         |
| T1                       | Ref.  | -           | -       | Ref.  | -           | -       |
| T2                       | 0.701 | 0.696-0.705 | <.0001  | 0.963 | 0.960-0.965 | <.0001  |
| T3                       | 0.744 | 0.739-0.749 | <.0001  | 0.856 | 0.853-0.859 | <.0001  |
| High-Seafood-Low-Soymilk |       |             |         |       |             |         |
| T1                       | Ref.  | -           | -       | Ref.  | -           | -       |
| T2                       | 0.707 | 0.702-0.711 | <.0001  | 0.862 | 0.860-0.864 | <.0001  |
| T3                       | 1.100 | 1.092-1.107 | <.0001  | 0.953 | 0.950-0.956 | <.0001  |
| Model 2                  |       |             |         |       |             |         |
| Meat-Vegetable           |       |             |         |       |             |         |
| T1                       | Ref.  | -           | -       | Ref.  | -           | -       |
| T2                       | 1.406 | 1.395-1.418 | <.0001  | 1.534 | 1.529-1.540 | <.0001  |
| T3                       | 2.035 | 2.017-2.053 | <.0001  | 2.001 | 1.993-2.009 | <.0001  |
| Healthy                  |       |             |         |       |             |         |
| T1                       | Ref.  | -           | -       | Ref.  | -           | -       |
| T2                       | 0.752 | 0.747-0.757 | <.0001  | 0.958 | 0.956-0.961 | <.0001  |
| T3                       | 0.857 | 0.851-0.863 | <.0001  | 0.858 | 0.855-0.861 | <.0001  |
| High-Seafood-Low-Soymilk |       |             |         |       |             |         |
| T1                       | Ref.  | -           | -       | Ref.  | -           | -       |
| T2                       | 0.754 | 0.749-0.759 | <.0001  | 0.873 | 0.871-0.876 | <.0001  |
| T3                       | 1.162 | 1.154-1.169 | <.0001  | 0.971 | 0.968-0.974 | <.0001  |

\*\*All results are weighted.

Conflicts of interest: The authors declare no conflicts of interest.

<sup>a</sup> Contact information: mulu9177@hpa.gov.tw