

T/FDSA

中国食品药品企业质量安全促进会团体标准

T/FDSA XXXX—2026

抗衰老医学临床检测指南

Guidelines for clinical testing in anti-aging medicine

（征求意见稿）

（本草案完成时间：2026 年 7 月 15 日）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

2026 - 09 - 19 发布

2026 - 10 - 07 实施

中国食品药品企业质量安全促进会 发布

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由北京老年医院提出。

本文件由中国食品药品企业质量安全促进会归口。

本文件起草单位：北京老年医院。

本文件主要起草人：刘小鹏。

抗衰老医学临床检测指南

1 范围

本文件规定了抗衰老医学临床检测的基本原则、检测对象、检测项目分类、检测流程、质量控制及报告规范。

本文件适用于开展抗衰老医学服务的医疗机构、健康管理中心及相关检测机构。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

抗衰老医学 anti-aging medicine

是一门以分子生物学、临床医学、数据科学为基础，系统整合再生医学、基因组学、人工智能等多学科整合技术，致力于延缓衰老进程、延长健康寿命（Healthspan），系统性解析衰老机制、测量衰老进度，制定个性化干预策略，延缓、控制或逆转与衰老相关的生理退化和疾病，旨在提升个体的生命质量并延长寿命。

3.2

临床检测 clinical testing

通过医学检验、功能评估等技术手段，对人体样本或机体状态进行检测分析，获取与衰老相关的生理、生化、分子等数据，为衰老评估、风险筛查及干预方案制定提供依据的过程。

3.3

健康寿命 healthspan

是指一个人在生命中没有罹患重大疾病或失能状态，能够维持良好身体和认知功能，独立而有质量地生活的时期长度。

3.4

生物标志物 biomarker

是指可被明确定义且客观测量的生物学特征，用于表征正常的生理过程、疾病的病理进程，或机体对特定暴露及干预措施（包括治疗性干预）的反应。

3.5

衰老表型 senescence phenotype

是指生物体在衰老过程中，细胞、组织或器官在形态、功能、分子表达及代谢等方面表现出的可观察特征性变化。

3.6

生物学年龄 biological age

通过特定分子标志物（如DNA甲基化时钟、端粒长度等）或多维功能评估所推算出的机体实际生理老化程度。

3.7

年龄偏差 age deviation

个体生物学历年龄与时序年龄的差值 ($\text{AgeDev} = \text{生物学历年龄BA} - \text{时序年龄CA}$)。 $\text{AgeDev} > 0$ 表示生物学老化加速, $\text{AgeDev} < 0$ 表示生物学老化较慢。

4 基本原则

4.1 合规性原则

检测工作应严格遵守国家法律法规、医疗技术规范及相关行业标准,检测设备、试剂需符合医疗器械及体外诊断试剂相关资质要求。

4.2 科学性与循证原则

检测项目选择、方法学应用及结果解读应基于循证医学证据。

4.3 个体化与安全性原则

根据检测对象的年龄、性别、家族病史、生活方式、健康状态及干预需求,分层分类选择检测项目。优先选择无创、微创方法,严格把控有创检测的适应症与禁忌症,规范操作流程。

4.4 系统性与连续性原则

基于WHO健康老龄化框架,从生理功能、血管功能、心理状态及分子层面衰老生物学标志物等多维度构建检测体系。基线检测、阶段性复查及长期随访应形成完整数据链,动态追踪衰老进程变化。

5 检测对象

5.1 适用人群

5.1.1 关注健康寿命、希望延缓生理功能衰退的健康人群。

5.1.2 存在早衰风险的亚健康、亚临床人群。

5.1.3 预防年龄相关疾病的高危人群。

5.1.4 拟开展抗衰老干预及干预效果监测人群。

5.1.5 具有早衰家族史或特定遗传风险人群。

5.2 排除人群

5.2.1 正在接受缓和/安宁疗护人群。

5.2.2 妊娠、严重心血管疾病急性期、肿瘤放化疗期人群。

5.2.3 近3个月罹患严重疾病且未恢复人群。

5.2.4 存在精神意识障碍、无法配合检测人群。

5.2.5 正在接受医学专科治疗人群,需主治医师同意后方可纳入。

6 检测项目分类

6.1 强推荐检测项目

强推荐检测项目基于充分循证证据及临床必要性,所有符合适用人群要求的检测对象均应完成。

6.1.1 血常规

检测指标：白细胞计数及分类（中性粒细胞、淋巴细胞、单核细胞等）、红细胞计数、血红蛋白、血小板计数、红细胞压积、平均红细胞体积（MCV）、红细胞分布宽度（RDW）。

6.1.2 尿常规+微量白蛋白

检测指标：尿蛋白、尿糖、尿潜血、尿肌酐、微量白蛋白尿（ACR）。

6.1.3 便常规+粪便免疫化学检测（FIT）

检测指标：粪便性状、红细胞、白细胞、FIT。

6.1.4 生化全套

检测指标：①肝功能（ALT、AST、TBIL、ALB、GGT）；②肾功能（Scr、BUN、CysC、eGFR、UA）；③血糖代谢（FPG、HbA1c）；④血脂（TC、TG、LDL-C、HDL-C）；⑤电解质（K⁺、Na⁺、Cl⁻、Ca²⁺、Mg²⁺）。

6.1.5 代谢功能与炎症状态检测

检测指标：空腹胰岛素、胰岛素抵抗指数（HOMA-IR）、超敏C反应蛋白（hs-CRP）、白细胞介素-6（IL-6）、肿瘤坏死因子- α （TNF- α ）、红细胞沉降率（ESR）。

6.1.6 激素水平检测

检测指标：促甲状腺激素（TSH）、游离甲状腺素（FT4）、游离三碘甲状腺原氨酸（FT3）、皮质醇、雌二醇（E2）、睾酮（T）、卵泡刺激素（FSH）、黄体生成素（LH）、硫酸脱氢表雄酮（DHEA-S）、胰岛素样生长因子-1（IGF-1）。

6.1.7 营养状态检测

检测指标：白蛋白（ALB）、前白蛋白（PA）、铁蛋白、25-羟基维生素D（25-OH-D）、叶酸、维生素B12、同型半胱氨酸（Hcy）。

6.2 有条件推荐检测项目

有条件推荐检测项目具有一定循证医学证据，针对特定人群具有重要评估价值，可根据个体情况选择性开展。

6.2.1 心血管系统检测

适用人群：心血管疾病中高风险人群（Framingham评分 $\geq 10\%$ ）、高血压、代谢综合征、有早发血管衰老家族史者。

检测项目可包括：N末端B型利钠肽原（NT-proBNP）、高敏心肌肌钙蛋白I（hs-TnI）、脂蛋白(a) [Lp(a)]等。

6.2.2 肿瘤标志物筛查

适用人群：年龄40岁以上者、有肿瘤家族史者、存在肿瘤相关高危因素者。

常规肿瘤标志物可包括：癌胚抗原（CEA）、甲胎蛋白（AFP）、糖类抗原19-9（CA19-9）、糖类抗原125（CA125）、糖类抗原15-3（CA15-3）、糖类抗原72-4（CA72-4）、前列腺特异性抗原（PSA）、神经元特异性烯醇化酶（NSE）、细胞角蛋白19片段（CYFRA21-1）、鳞状细胞癌抗原（SCC）。

新型筛查技术可包括：DNA甲基化肿瘤早筛（液体活检）、多基因风险评分（PRS）、遗传性肿瘤综合征基因检测（BRCA1/2、Lynch综合征相关基因MLH1/MSH2/MSH6/PMS2）。

6.2.3 代谢与内分泌检测

适用人群：超重/肥胖（BMI ≥ 24 kg/m²）、空腹血糖偏高及代谢综合征患者。

检测项目可包括：口服葡萄糖耐量试验（OGTT）及胰岛素释放试验、C肽、神经酰胺（Ceramide）、性激素结合球蛋白（SHBG）、代谢组学检测等。

6.2.4 遗传分子检测

适用人群：有明确疾病家族史、存在特定遗传风险评估需求者。

检测项目可包括：APOE基因分型、心血管相关基因（LDLR、APOB、PCSK9）、多基因风险评分（PRS）。

6.2.5 微生物组检测

适用人群：消化道症状明显者、长期使用抗生素者及有针对性肠道健康管理需求者。

检测项目可包括：肠道微生物组检测（16S rRNA测序或宏基因组测序）。

6.3 具备应用前景（需循证）检测项目

具备应用前景（需循证）检测项目属于新兴衰老生物标志物或前沿检测技术，目前循证证据仍在积累中，可在临床研究、试点应用或特定深度评估需求中选择性开展。

6.3.1 衰老生物标志物检测

适用人群：对自身衰老状态有深入了解需求者、参与抗衰老干预临床研究或需要精准量化衰老速率以指导个性化干预方案者。

检测项目可包括：DNA甲基化时钟（Horvath、PhenoAge、GrimAge、DunedinPACE）、端粒长度（qPCR法，T/S比值）、SASP/衰老细胞标志物（IL-6、TNF- α 、IL-1 β 、MMP-9/MMP-2、p16INK4a mRNA、p21蛋白、SA- β -gal活性）、免疫衰老标志物（CD28null CD8⁺T细胞、初始T细胞、PD-1⁺T细胞、NK细胞活性）、线粒体功能指标（mtDNA/nDNA比值、8-OHdG、ROS）、NAD⁺水平、溶酶体/自噬功能（LC3-II/LC3-I比值、p62蛋白）、氧化应激标志物（F2-异前列腺素、oxLDL、GSH/GSSG比值）、晚期糖基化终末产物（AGEs，SAF无创检测/ELISA/LC-MS）、核纤层功能与ERV/cGAS通路（Lamin B1/B2、HMGB1、ERV-Env）。

6.3.2 高级心血管标志物

适用人群：有特殊研究需求或心血管高风险需要进一步评估者。

检测项目可包括：高级心血管标志物（TMAO）等。

7 检测流程规范

7.1 检测前准备

7.1.1 知情同意

检测前应向检测对象详细说明检测目的、项目内容、注意事项、潜在风险、报告时间及个人信息保护声明，并应由其本人签署书面知情同意书。涉及遗传检测时，还应告知遗传信息对家庭成员的潜在影响，并提供专业遗传咨询。

7.1.2 样本准备

血液检测应空腹8—12小时，检测前48小时应避免剧烈运动及大量饮酒，前3天应避免高脂饮食。激素检测应注明采血时间。尿液检测宜使用晨尿中段尿，应在1小时内送检。粪便检测宜使用新鲜粪便，应在2小时内送检。

7.2 检测实施

检测操作人员应具备相应执业资格，经抗衰老医学及相关检测技术专项培训，并应定期参加继续教育。设备应具有医疗器械注册证，每日开机后应完成室内质控，质控结果在控方可开展临床检测。应严格按照各检测项目标准操作规程（SOP）执行。SOP宜包括检测原理、试剂耗材、操作步骤、质控品使用、结果计算及安全事项。

7.3 检测后处理

检测后样本应按照《医疗机构废物管理条例》进行分类处置。生物样本长期保存应于-80℃低温冻存，应建立完整台账，并获伦理委员会批准。检测原始记录保存期限不应少于5年，数据存储应符合医疗数据安全规范。生物学年龄相关数据应建立标准化字段以确保跨时间点可比性。

8 质量控制

8.1 室内质量控制

实验室检验项目应每日使用两个浓度水平的质控品，可绘制Levey-Jennings图，按Westgard规则进行判断。组学检测项目应使用已知生物学年龄标准品进行批间质控。

8.2 室间质量评价

检测机构应积极参加室间质评（EQA/PT），满足室间质量评价合格要求。对于暂无国家EQA项目的新型检测项目（如生物年龄时钟、代谢组学等），应通过实验室间比对或参考方法验证保证质量。

8.3 人员与数据质量控制

检测人员应持证上岗，每年应完成不少于12学时的专业培训。应建立三级审核机制：操作人员核查原始数据，质量管理员复核录入数据，主审医师审核并签发报告。应建立危急值预警机制，异常结果应立即通知临床医师。

9 检测报告规范

9.1 报告内容

报告应包含以下基本信息：检测对象基本信息、样本类型及采集日期、报告日期、检测机构信息、操作及审核人员签名或盖章。应逐项列出检测项目名称、检测值、参考范围及单位，异常结果可标注偏离倾向及程度。功能性检测可附原始曲线或数据图。

9.2 报告格式与出具时限

报告宜采用统一设计模板，纸质报告应加盖机构公章，电子报告应采用PDF格式。常规检验应在自样本接收之日起5—7个工作日内出具；特殊项目（如基因检测、DNA甲基化时钟）应在10—15个工作日内出具。报告解读应由具备抗衰老医学专业知识的执业医师进行，遗传基因检测报告解读应由受过遗传咨询专业培训的医师进行。生物学年龄及AgeDev等衍生指标的解读应充分说明其循证依据与局限性。

附 录 A
(资料性)
英文缩写中英文名称对照表

表 A. 1

英文缩写	英文全称	中文全称
ACR	Urine Albumin-to-Creatinine Ratio	尿微量白蛋白/肌酐比值
AFP	Alpha-Fetoprotein	甲胎蛋白
AGEs	Advanced Glycation End Products	晚期糖基化终末产物
AgeDev	Age Deviation	年龄偏差
ALB	Albumin	白蛋白
ALT	Alanine Aminotransferase	丙氨酸氨基转移酶
APOE	Apolipoprotein E	载脂蛋白E
ASCVD	Atherosclerotic Cardiovascular Disease	动脉粥样硬化性心血管疾病
AST	Aspartate Aminotransferase	天门冬氨酸氨基转移酶
BMI	Body Mass Index	体重指数
BRCA1/2	Breast Cancer Gene 1/2	乳腺癌易感基因1/2
BUN	Blood Urea Nitrogen	血尿素氮
CA125	Carbohydrate Antigen 125	糖类抗原125
CA15-3	Carbohydrate Antigen 15-3	糖类抗原15-3
CA19-9	Carbohydrate Antigen 19-9	糖类抗原19-9
CA72-4	Carbohydrate Antigen 72-4	糖类抗原72-4
CEA	Carcinoembryonic Antigen	癌胚抗原
cfDNA	Cell-Free DNA	游离DNA
cGAS-STING	cyclic GMP-AMP Synthase - Stimulator of Interferon Genes	环鸟苷酸-腺苷酸合成酶-STING通路
CysC	Cystatin C	胱抑素C
CV	Coefficient of Variation	变异系数
CYFRA21-1	Cytokeratin 19 Fragment	细胞角蛋白19片段
DHEA-S	Dehydroepiandrosterone Sulfate	硫酸脱氢表雄酮
E2	Estradiol	雌二醇
eGFR	Estimated Glomerular Filtration Rate	估算肾小球滤过率
ELISA	Enzyme-Linked Immunosorbent Assay	酶联免疫吸附测定
EQA	External Quality Assessment	室间质量评价
ERV	Endogenous Retrovirus	内源性逆转录病毒
ESR	Erythrocyte Sedimentation Rate	红细胞沉降率
FIT	Fecal Immunochemical Test	粪便免疫化学检测
FPG	Fasting Plasma Glucose	空腹血糖
FSH	Follicle-Stimulating Hormone	促卵泡激素
FT3	Free Triiodothyronine	游离三碘甲状腺原氨酸
FT4	Free Thyroxine	游离甲状腺素
GGT	Gamma-Glutamyl Transferase	γ -谷氨酰转移酶
GH	Growth Hormone	生长激素
GSH	Glutathione (Reduced)	还原型谷胱甘肽
GSSG	Glutathione (Oxidized)	氧化型谷胱甘肽
HbA1c	Hemoglobin A1c	糖化血红蛋白
HDL-C	High-Density Lipoprotein Cholesterol	高密度脂蛋白胆固醇
Hcy	Homocysteine	同型半胱氨酸
HOMA-IR	Homeostatic Model Assessment of Insulin Resistance	胰岛素抵抗指数
hs-CRP	High-Sensitivity C-Reactive Protein	超敏C反应蛋白
hs-TnI	High-Sensitivity Troponin I	高敏心肌肌钙蛋白I
IGF-1	Insulin-Like Growth Factor 1	胰岛素样生长因子-1
IL-1 β	Interleukin-1 Beta	白细胞介素-1 β
IL-6	Interleukin-6	白细胞介素-6

英文缩写	英文全称	中文全称
LC-MS/MS	Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry	液相色谱-串联质谱
LDL-C	Low-Density Lipoprotein Cholesterol	低密度脂蛋白胆固醇
LDLR	Low-Density Lipoprotein Receptor	低密度脂蛋白受体
LH	Luteinizing Hormone	促黄体生成素
Lp(a)	Lipoprotein (a)	脂蛋白(a)
MCV	Mean Corpuscular Volume	平均红细胞体积
MLH1	MutL Homolog 1	MutL同源物1 (Lynch综合征相关基因)
MMP-2	Matrix Metalloproteinase-2	基质金属蛋白酶-2
MMP-9	Matrix Metalloproteinase-9	基质金属蛋白酶-9
MSH2	MutS Homolog 2	MutS同源物2 (Lynch综合征相关基因)
MSH6	MutS Homolog 6	MutS同源物6 (Lynch综合征相关基因)
NAD ⁺	Nicotinamide Adenine Dinucleotide (Oxidized)	烟酰胺腺嘌呤二核苷酸 (氧化型)
NF- κ B	Nuclear Factor Kappa-B	核因子 κ B
NK细胞	Natural Killer Cells	自然杀伤细胞
NSE	Neuron-Specific Enolase	神经元特异性烯醇化酶
NT-proBNP	N-Terminal Pro-Brain Natriuretic Peptide	N末端B型利钠肽原
OGTT	Oral Glucose Tolerance Test	口服葡萄糖耐量试验
oxLDL	Oxidized Low-Density Lipoprotein	氧化型低密度脂蛋白
PA	Prealbumin	前白蛋白
PCSK9	Proprotein Convertase Subtilisin/Kexin Type 9	前蛋白转化酶枯草溶菌素9
PD-1	Programmed Death-1	程序性死亡受体-1
PMS2	PMS1 Homolog 2	PMS1同源物2 (Lynch综合征相关基因)
PRS	Polygenic Risk Score	多基因风险评分
PSA	Prostate-Specific Antigen	前列腺特异性抗原
PT	Proficiency Testing	能力验证
qPCR	Quantitative Polymerase Chain Reaction	定量聚合酶链式反应
RAGE	Receptor for Advanced Glycation End Products	晚期糖基化终末产物受体
RDW	Red Cell Distribution Width	红细胞分布宽度
ROS	Reactive Oxygen Species	活性氧
SAF	Skin Autofluorescence	皮肤自发荧光
SA- β -gal	Senescence-Associated Beta-Galactosidase	衰老相关 β -半乳糖苷酶
SASP	Senescence-Associated Secretory Phenotype	衰老相关分泌表型
SCC	Squamous Cell Carcinoma Antigen	鳞状细胞癌抗原
SCFA	Short-Chain Fatty Acids	短链脂肪酸
Scr	Serum Creatinine	血清肌酐
SHBG	Sex Hormone-Binding Globulin	性激素结合球蛋白
SOP	Standard Operating Procedure	标准操作规程
T	Testosterone	睾酮
TBIL	Total Bilirubin	总胆红素
TC	Total Cholesterol	总胆固醇
TG	Triglycerides	甘油三酯
TMAO	Trimethylamine N-oxide	氧化三甲胺
TNF- α	Tumor Necrosis Factor-Alpha	肿瘤坏死因子- α
TSH	Thyroid-Stimulating Hormone	促甲状腺激素
UA	Uric Acid	尿酸
WES	Whole Exome Sequencing	全外显子组测序
WGS	Whole Genome Sequencing	全基因组测序

附 录 B
(资料性)
检测标志物抗衰老相关临床意义

表 B.1

推荐等级	检测项目	标志物	临床意义
强推荐 检测项目	血常规	RDW	RDW升高与全因死亡率、心血管疾病风险增加相关。
	尿常规	ACR	ACR 30—300 mg/g是早期肾损伤和内皮功能障碍的敏感指标，与心血管疾病发生率及全因死亡率显著相关。
	便常规	FIT	可早期发现肠道肿瘤及微生态异常。
	生化全套	CysC	较血清肌酐更敏感的早期肾功能损伤标志物，受肌肉量影响小。
		eGFR	与心血管死亡率独立相关。
		LDL-C	每降低1 mmol/L，主要心血管事件风险降低约22%。
		HbA1c	反映近2—3个月血糖控制水平，是代谢衰老的关键标志物。
	代谢与炎症	HOMA-IR	≥2.5提示胰岛素抵抗，是2型糖尿病、代谢综合征及多种年龄相关疾病的核心病理机制。
		hs-CRP	慢性低度炎症敏感标志物，与心血管疾病、2型糖尿病、认知功能下降独立相关。
		IL-6	系统性炎症核心细胞因子，与衰老相关分泌表型（SASP）及多种年龄相关疾病密切相关。
		TNF-α	促炎因子，参与慢性炎症及衰老相关组织损伤。
	激素全套	TSH	亚临床甲减（TSH 4.5—10 mIU/L）在老年人群患病率5%—10%，与脂代谢异常、心血管疾病风险升高及认知功能下降相关。
		DHEA-S	随年龄显著下降，是肾上腺功能储备指标。
		IGF-1	水平每下降1 SD，心血管病死率增加27%。
有条件 推荐检测项目	心血管	25-OH-D	缺乏（<20 ng/mL）人群全因死亡风险增加35%。
		Hcy	升高（>15 μmol/L）是心血管疾病、认知障碍及骨质疏松的独立危险因素。
		Lp(a)	>50 mg/dL是ASCVD独立风险因素。
	肿瘤标志物	NT-proBNP	心肌壁张力敏感标志物，用于心力衰竭筛查及心血管风险分层。
		hs-TnI	高敏心肌损伤标志物，可识别亚临床心肌损伤。
		CEA	广谱肿瘤标志物，主要关联结肠直肠癌、胃癌、肺癌、胰腺癌、乳腺癌等。>5 ng/mL需进一步检查。
		AFP	原发性肝癌首选标志物，AFP>400 ng/mL持续4周或>200 ng/mL持续8周结合影像学可临床诊断。
		CA19-9	胰腺癌及胆道肿瘤重要标志物，敏感度70%—80%。>37 U/mL需进一步检查。
		CA125	卵巢癌首选标志物，>35 U/mL需结合阴道超声及妇科检查评估。
	代谢内分泌	PSA	前列腺癌首选标志物，>4 ng/mL建议检测fPSA/tPSA比值及前列腺超声。
		OGTT	筛查糖尿病前期，生活方式干预可使2型糖尿病发生风险降低58%。
		C肽	评估胰岛β细胞功能储备。
		神经酰胺	与胰岛素抵抗及衰老进程密切相关。
		代谢组学	识别色氨酸代谢、支链氨基酸代谢异常，早期发现衰老相关代谢紊乱。
	遗传分子	APOE ε4	杂合子阿尔茨海默病风险增加3—4倍，纯合子增加约12倍。
		PRS	高PRS人群结合生活方式干预可显著降低发病风险。
具备应用前景 (需循证) 检测项目	衰老标志物	Shannon指数	<3.0提示菌群失调。双歧杆菌/大肠杆菌比值<1.0提示菌群失衡。
		DNA甲基化时钟	GrimAge加速每增加1岁，全因死亡率风险增加约55%。 DunedinPACE可量化个体衰老速率。
		端粒长度	T/S比值<1.0提示加速衰老，与心血管疾病、癌症及早逝风险升高相关。
		SASP因子	IL-6/TNF-α/IL-1β/MMP-9动态变化可用于senolytic干预短期效果评估。

推荐等级	检测项目	标志物	临床意义
		CD28null CD8 ⁺ T 细胞	>40%提示免疫衰老加速，与多器官功能衰退相关。
		线粒体功能	mtDNA/nDNA比值<100提示线粒体功能减退。8-OHdG>5 nmol/mmol提示氧化性损伤。
		NAD ⁺	随年龄显著下降，是细胞能量代谢、DNA修复和Sirtuins活性的关键辅酶。
		LC3-II/LC3-I比值	<1.0提示自噬活性下降，p62蛋白>2倍升高提示自噬功能障碍。
		AGEs	通过交联ECM蛋白致组织僵硬，结合RAGE受体激活NF-κB促炎通路。SAF与生物年龄正相关。
		核膜功能	Lamin B1/B2丧失导致异染色质侵蚀、ERV复活及cGAS-STING促炎反应，驱动神经元衰老。
	高级心血管标志物	TMAO	心血管不良结局预测危险因素。

参 考 文 献

- [1] 中国老年保健协会抗衰老分会. 中国人衰老临床指标评价体系的构建与应用专家共识[J]. 中国临床保健杂志, 2026, 29(1):1-13.
- [2] T/FDSA 0100—2025, 抗衰老医学门诊设置基本要求[S]. 北京: 中国食品药品企业质量安全促进会, 2025.
- [3] 国家卫生健康委员会. WS/T 641—2026 临床检验定量测定室内质量控制[S]. 北京: 中国标准出版社, 2026.
- [4] 国家卫生和计划生育委员会. 医疗机构临床检验项目目录(2013年版)[S]. 国卫医发(2013)9号, 2013.
- [5] Horvath S. DNA methylation age of human tissues and cell types[J]. Genome Biol, 2013, 14(10):R115.
- [6] Lu AT, Quach A, Wilson JG, et al. DNA methylation GrimAge strongly predicts lifespan and healthspan[J]. Nat Aging, 2019, 1:119-130.
- [7] Moqri M, Herzog C, Poganik JR, et al. Biomarkers of aging for the identification and evaluation of longevity interventions[J]. Cell, 2023, 186(18):3758-3775.
- [8] López-Otín C, Blasco MA, Partridge L, et al. Hallmarks of aging: an expanding universe[J]. Cell, 2023, 186(2):243-278.
- [9] Blackburn EH, Epel ES, Lin J. Human telomere biology: a contributory and interactive factor in aging[J]. Science, 2015, 350(6265):1193-1198.
- [10] Yousefzadeh MJ, Flores RR, Zhu Y, et al. An aged immune system drives senescence and ageing of solid organs[J]. Nature, 2021, 594(7861):100-105.
- [11] Patel KV, Ferrucci L, Ershler WB, et al. Red cell distribution width and the risk of death in middle-aged and older adults[J]. Arch Intern Med, 2009, 169(5):515-523.
- [12] Ridker PM, Hennekens CH, Buring JE, et al. C-reactive protein and prediction of cardiovascular disease in women[J]. N Engl J Med, 2002, 347(20):1557-1565.
- [13] Khera AV, Chaffin M, Aragam KG, et al. Genome-wide polygenic scores for common diseases identify individuals with risk equivalent to monogenic mutations[J]. Nat Genet, 2018, 50(9):1219-1224.
- [14] Yoshino J, Baur JA, Imai S. NAD⁺ intermediates: biology and therapeutic potential of NMN and NR[J]. Cell Metab, 2018, 27(3):513-528.
- [15] Zhang H, Li J, Yu Y, et al. Nuclear lamina erosion-induced resurrection of endogenous retroviruses underlies neuronal aging[J]. Cell Rep, 2023, 42(6):112593.
- [16] Huang H, Chen Y, Xu W, et al. Decoding aging clocks: new insights from metabolomics[J]. Cell Metab, 2025, 37(1):34-58.
- [17] Knowler WC, Barrett-Connor E, Fowler SE, et al. Reduction in the incidence of type 2 diabetes with

lifestyle intervention or metformin[J]. *N Engl J Med*, 2002, 346(6):393-403.

[18] 中华医学会老年医学分会心血管学组. 血管衰老临床评估与干预中国专家共识(2024版)[J]. 中华老年医学杂志, 2024.

[19] Meerwaldt R, Graaff R, Oomen PHN, et al. Simple non-invasive assessment of advanced glycation endproduct accumulation[J]. *Diabetologia*, 2004, 47(7):1324-1330.

[20] Ling Z, Liu X, Cheng Y, et al. Gut microbiota and aging[J]. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 2022, 62(13):3509-3534.

[21] Klein EA, Richards D, Cohn A, et al. Clinical validation of a targeted methylation-based multi-cancer early detection test[J]. *Ann Oncol*, 2021, 32(9):1187-1198.

[22] Lima TI, Laurila PP, Wohlwend M, et al. Inhibiting de novo ceramide synthesis restores homeostasis in muscle aging[J]. *Sci Transl Med*, 2023, 15(696):eade6509.

[23] Hillege HL, Fidler V, Diercks GFH, et al. Urinary albumin excretion predicts cardiovascular and noncardiovascular mortality[J]. *Circulation*, 2002, 106(14):1777-1782.

[24] Lee JK, Liles EG, Bent S, et al. Accuracy of fecal immunochemical tests for colorectal cancer[J]. *Ann Intern Med*, 2014, 160(3):171-181.

[25] Matsushita K, van der Velde M, Astor BC, et al. Association of estimated GFR and albuminuria with all-cause and cardiovascular mortality[J]. *Lancet*, 2010, 375(9731):2073-2081.

[26] Baigent C, Blackwell L, Emberson J, et al. Efficacy and safety of more intensive lowering of LDL cholesterol[J]. *Lancet*, 2010, 376(9753):1670-1681.

[27] Matthews DR, Hosker JP, Rudenski AS, et al. Homeostasis model assessment[J]. *Diabetologia*, 1985, 28(7):412-419.

[28] Autier P, Gandini S. Vitamin D supplementation and total mortality[J]. *Arch Intern Med*, 2007, 167(16):1730-1737.

[29] Clarke R, Daly L, Robinson K, et al. Hyperhomocysteinemia: an independent risk factor for vascular disease[J]. *N Engl J Med*, 1991, 324(17):1149-1155.

[30] Nordestgaard BG, Chapman MJ, Ray K, et al. Lipoprotein(a) as a cardiovascular risk factor[J]. *Eur Heart J*, 2010, 31(23):2844-2853.

[31] Nishihara R, Wu K, Lochhead P, et al. Long-term colorectal-cancer incidence and mortality after lower endoscopy[J]. *N Engl J Med*, 2013, 369(12):1095-1105.

[32] Corder EH, Saunders AM, Strittmatter WJ, et al. Gene dose of apolipoprotein E type 4 allele and the risk of Alzheimer's disease[J]. *Science*, 1993, 261(5123):921-923.

[33] Laurent S, Cockcroft J, Van Bortel L, et al. Expert consensus document on arterial stiffness[J]. *Eur Heart J*, 2006, 27(21):2588-2605.