Langzeit Immunaktivierung bei Long COVID und Post Vakzin Syndrom

Hintergrund und diagnostische Bedeutung der Zytokin- und Biomarkeranalyse

Einführung

Langzeitfolgen nach SARS-CoV-2-Infektion („**Long COVID**“) und auch nach Impfungen (**Post-Vakzin-Syndrom**) gehen mit einer anhaltenden Dysregulation des Immunsystems einher.

Die **Symptome** sind heterogen – von Fatigue, kognitiver Beeinträchtigung und Muskelschwäche bis zu Kreislauf-, Gefäß- oder Autoimmunmanifestationen verschiedener Organe.

Aktuelle Forschung zeigt, dass diesen Zuständen **anhaltende immunologische Aktivierungsprozesse** zugrunde liegen. Dabei können verschiedene biologische Systeme betroffen sein wie z.B. angeborene Immunzellen, Interferon-Signalwege, Endothelzellen oder neuronale Strukturen. Um diese Mechanismen objektiv fassbar zu machen, wurde das zweistufige **Long COVID / PostVac Biomarker-Panel** entwickelt. Es besteht aus einem **Basis-Panel** und einem **Adanced Biomarker-Panel** besteht.

Praktischer Nutzen in der ärztlichen Anwendung

- **Objektivierbarkeit**: biologische Aktivierungsmuster messbar machen.
- **Differenzierung der Ursache:** Unterscheidet entzündlich-immunologische von metabolischen oder psychosomatischen Ursachen.
- **Therapielenkung:** Entscheidungshilfe, ob antiinflammatorische, endothelstabilisierende oder immunmodulierende Therapieformen sinnvoll sind.
- **Verlaufskontrolle:** Vergleichswerte vor und nach Therapie dokumentieren objektiv die Entwicklung.

Büroanschrift:

MMD GmbH & Co. KG
Breiter Weg 10A
39104 Magdeburg

Telefon:
(0391) 5353797

E-Mail:
mmd@mmd-web.de

Laboranschrift:

MMD GmbH & Co. KG
Im ZENIT II
Brenneckestr. 20
39118 Magdeburg

Telefon:
(0391) 6117 209

E-Mail:
labor@mmd-web.de

Geschäftsführer:
Prof. Dr. habil. Brigitte König
Rüdiger Berndt

www.mmd-labor.de

IMMUNE core – das Basis-Panel

Das **Basispanel** erfasst die **klassischen Zytokin- und Chemokinachsen** des adaptiven und angeborenen Immunsystems. Es zeigt, *ob und wie stark* eine Entzündungsreaktion persistiert oder polarisierte Immunantworten bestehen.

Gruppe	***Parameter***	***Interpretation / klinische Relevanz***
Proinflammatorisch	IL-1ß, IL-6, TNF-α, IL-8	systemische Entzündungsaktivierung, zentral bei Post-Infekt-Inflammation
Regulatorisch	IL-10	antiinflammatorische Gegengewichtsreaktion
Th1/Th17 Achse	IFN-γ, IL-2, IL-17A	
Th2-Achse	IL-4, IL-13,	beschreibt Immunpolarisierung (zellulär vs. humoral)
Chemokinachse (Leukozyten-Migration)	CCL2, CCL3, CCL4, CCL5 (MCP-1, MIP-1α/β, RANTES)	andauernde Immunzell-Rekrutierung ins Gewebe
Immunaktivierung	GM-CSF	unterstützen B-/T-Zell-Interaktionen
Thrombozytäre Aktivierungsachse	sCD40L, VEGF	vaskuläre Permeabilität, Neubildung und Reparaturprozesse

Advanced Biomarker-Panel

Das **erweiterte Panel** vertieft die Erkenntnisse des Basis-Panel und erlaubt die Zuordnung zu ganz bestimmten biologischen Systemen/**pathophysiologischen Achsen** – etwa andauernde Monozytenaktivierung, vaskuläre Endothelschäden, neuronale Beteiligung, Aktivierung der Interferon-Achse sowie oder Immunerschöpfung (Seneszenz). Daher setzt sich das Advanced Biomarker Panel aus mehreren, einzeln abrufbaren **Modulen** zusammen.

Achse	**Marker**	**Bedeutung**
INNATE core Angeborene Immunaktivierung	LBP, sCD14, sCD163, MPO, Calprotectin (S100A8/A9), YKL-40 (CHI3L1)	Chronische Aktivierung des Monozyten-/ Makrophagensystems sowie Neutrophilenaktivierung, Hinweis auf bakterielle Translokation („leaky gut“)
Interferon-/ Th1-Signatur	CXCL9 (MIG), CXCL10 (IP-10); CXCL9/CXCL10 Quotient	Persistierende antivirale Aktivierung, postinfektiöse Residualreaktion; explorativer Chronizitätsindex
ENDO core Endotheaktivierung	Angiopoietin-2, P-Selectin, sICAM-1, sVCAM-1	Mikrovaskuläre Aktivierung, Gerinnungsstörung, Endothelstress
SASP/Senescence Core	GDF-15, FGF-21, STNFR1	Chronische Immunaktivierung und adaptive Dysregulation; IL-6, TNF-α und CCL2 aus dem Immune Core fliessen in die Bewertung ein
Mastzell-Mediatorprofil	IL-31, IL-33, Tryptase	IL-4, IL-13, IL-6 und TNF-α aus dem Immune Core fließen in die Bewertung ein
NEURO core Neuroinflammation	GFAP, NfL	Astrozyten- und Axonschaden, assoziiert mit Fatigue und kognitiver Symptomatik
Thrombozytenintegrität & Aktivierung	β-Thromboglobulin (CXCL7), PF4 (CXCL4), β-TG/PF4-Quotient	Wird integriert in die Befundung der angeforderten Panels (Basis-Panel, Core-Panels

Fazit

Das kombinierte Long COVID / PostVac Zytokin- und Biomarker-Panel ermöglicht eine präzise biomedizinische Einordnung der immunologischen Aktivierung bei anhaltenden Post-Infekt- oder Post-Vac-Symptomen. Es schafft eine messbare Basis für gezielte Therapieentscheidungen und wissenschaftlich fundierte Verlaufskontrolle.