

Untersuchung	Wert	Referenzbereich
--------------	------	-----------------

Funktionelles Mikrobiotaprofil (PCR + Kultur)

Dysbiose-Index	2	1	1 2 3 4 5
bakterielle Diversität	3,0	> 2,5	
Butyratbildung	normal	normal	
Mukosaprotektion	vermindert	normal	
Kolonisationsresistenz	vermindert	normal	
Proinflammatorische Bakterien	erhöht	normal	
Histaminbildner	erhöht	normal	
Candida-Pilze	normal	normal	
pH-Messung	6,0	5,5 - 6,5	normal

Butyratbildung (PCR)

Anaerobutyricum hallii	normal	normal	
Eubacterium rectale	vermindert	normal	
Faecalibacterium prausnitzii	normal	normal	

Mukosaprotektion (PCR)

Akkermansia muciniphila	vermindert	normal	
Faecalibacterium prausnitzii	normal	normal	
Lactobacillus spp.	vermindert	normal	

Kolonisationsresistenz (PCR)

Bacteroides spp.	vermindert	normal	
Bacteroides spp. & Prevotella spp.	normal	normal	
Bifidobacterium spp.	vermindert	normal	
Lactobacillus spp.	vermindert	normal	

Immunmodulierende Bakterien (Kultur)

Enterococcus spp.	4x10 ⁵	KBE/g	1x10 ⁶ - 1x10 ⁸	
Escherichia coli	< 1x10 ⁴	KBE/g	1x10 ⁶ - 1x10 ⁸	

Proinflammatorische Bakterien (Kultur)

Enterobacteriaceae	< 1x10 ⁶	KBE/g	<= 1x10 ⁶	
Citrobacter spp.	< 1x10 ⁶	KBE/g	<= 1x10 ⁶	
E.coli Biovare	> 1x10 ⁸	KBE/g	<= 1x10 ⁶	
Enterobacter spp.	< 1x10 ⁶	KBE/g	<= 1x10 ⁶	
Klebsiella spp.	5x10 ⁷	KBE/g	<= 1x10 ⁶	
Serratia spp.	< 1x10 ⁶	KBE/g	<= 1x10 ⁶	
Proteus spp.	< 1x10 ⁶	KBE/g	<= 1x10 ⁶	
Pseudomonas spp.	< 1x10 ⁵	KBE/g	<= 1x10 ⁵	

Histaminbildner (Kultur)

Hafnia alvei	< 1x10 ⁶	KBE/g	<= 1x10 ⁶	
Klebsiella pneumoniae	5x10 ⁷	KBE/g	<= 1x10 ⁶	
Morganella morganii	< 1x10 ⁶	KBE/g	<= 1x10 ⁶	

Mykologie (Kultur)

Candida spp.	< 1x10 ³	KBE/g	<= 1x10 ³	
Candida albicans	< 1x10 ³	KBE/g	<= 1x10 ³	
Geotrichum spp.	2x10 ³	KBE/g	<= 1x10 ³	
Schimmelpilze	< 1x10 ³	KBE/g	<= 1x10 ³	

Befundinterpretation:

Funktionelles Mikrobiotaprofil (PCR + Kultur)

Dysbioseindex = 2; Bewertungsskala: 1 (unauffällig) bis 5 (stark auffällig)

Es liegt eine leichte Dysbiose vor, d.h. die Darmmikrobiota des Patienten unterscheidet sich geringfügig von der gesunden Referenzpopulation.

Der Begriff Dysbiose beschreibt eine Dysbalance der Darmmikrobiota. In einem gesunden Darm verhindert die Kooperation zwischen Immunsystem und den kommensalen Darmbakterien das Eindringen und die Vermehrung pathogener Erreger. Eine Störung dieses Gleichgewichts kann die Permeabilität der Darmschleimhaut erhöhen, Darmepithelzellen schädigen, den zellulären Energiestoffwechsel beeinträchtigen und chronische Entzündungen fördern.

Die Mukosaprotektion ist vermindert.

Zu den mukosaprotektiven, also die Schleimhaut schützenden Bakterien gehören *Akkermansia muciniphila*, *Faecalibacterium prausnitzii* sowie *Lactobacillus* spp.. *Akkermansia muciniphila* ist ein muzinabbauendes Bakterium, das Stoffwechsel- und Immunfunktionen reguliert und u.a. die Reifung von Epithelzellen beeinflusst und die Muzinbildung anregt. Auch *Lactobacillus* spp. können sich an die Mukosa anheften und die Schleimproduktion von Becherzellen induzieren. *Faecalibacterium prausnitzii* nutzt u.a. die von *A. muciniphila* aus dem Schleim gebildeten Abbauprodukte zur Bildung von Butyrat, welches wiederum von den Darmepithelzellen zur Energiegewinnung genutzt wird. Niedrige Mengen dieser Bakterien können eine Barrierestörung (*leaky gut*) zur Folge haben.

Die Kolonisationsresistenz ist vermindert.

Die Kolonisationsresistenz beschreibt die Fähigkeit der Darmmikrobiota, die Ansiedlung von potenziellen Pathogenen zu verhindern, z.B. durch sterische Blockierung ihrer Anheftung an das Darmepithel, durch Konkurrenz um wichtige Nährstoffe oder die Bildung von Bacteriocinen.

Bei verminderter Kolonisationsresistenz können Pathogene das Darmepithel leichter besiedeln und schädigen. Die Folge können Entzündungen der Darmschleimhaut und eine erhöhte Permeabilität (*leaky gut*) sein.

Bakterien dieser Gruppe sind außerdem maßgeblich an der Verwertung von Ballaststoffen beteiligt und sind wichtige Produzenten kurzkettiger Fettsäuren.

Die proinflammatorischen Bakterien sind erhöht.

Die Gruppe der *Proteobacteria* verwertet in erster Linie Eiweiß und vermehrt sich u.a. bei eiweißreicher und ballaststoffarmer Ernährung.

Lipopolysaccharide (LPS), die von der Zellwand gramnegativer proinflammatorischer Bakterien freigesetzt werden, aktivieren Makrophagen und Mastzellen über TLR-II und -IV-Rezeptoren sowie den LPS-Rezeptor CD14. Bei erhöhten Proteobakterien führt das zur Verstärkung einer lokalen Entzündung der Darmmukosa sowie v.a. bei gestörter Darmbarriere auch zu systemischer Entzündung mit Anstieg proentzündlicher Mediatoren im Blut. Der bakterielle Aminosäureabbau führt zudem zur Bildung von proentzündlichen und mukosatoxischen Sulfiden, Phenolverbindungen und Aminen.

Erhöhte proinflammatorische Bakterien gehen häufig auch mit einem (relativen) Defizit anderer Bakterien einher, die wichtige Metabolite (z.B. kurzkettige Fettsäuren) produzieren.

Bei erhöhten Proteobakterien empfiehlt sich eine Darmreinigung, um ein Milieu zu schaffen, in dem sich Ballaststoff-verwertende Bakterien vermehren und die Fehlbesiedler durch Konkurrenz verdrängen können.

Weiterführende Diagnostik:

Nachweis TNF- α , IL-6, Histamin im Blut (Serum + Heparinblut); um ggf. zusätzliche antientzündliche Therapiemaßnahmen einzuleiten (ggf. TNF-Hemmtest)

Die Menge der histaminbildenden Bakterien ist erhöht.

Histaminbildende Bakterien tragen zur Anreicherung von Histamin im Darm, bis hin zu erhöhten Histaminspiegeln im Blut, bei.

Das von den Bakterien gebildete Histamin addiert sich zu dem durch Histamin-reiche Nahrungsmittel aufgenommenen Histamin. Die Akkumulation von Histamin wird durch verminderten enteralen Abbau bei gestörter Diaminoxidase(DAO)-Bildung oder -Aktivität in der Darmschleimhaut verstärkt.

Weiterführende Diagnostik:

Histamin (Heparinblut), DAO-Aktivität (Serum), DAO-Kofaktoren (Serum + EDTA-Blut)

Weitere Informationen zu auffälligen Bakterien:

Die Keimzahl von *Enterococcus* spp. ist vermindert.

Enterokokken sind wichtige Säurebildner im Darm und gehören zu den immunmodulierenden Bakterien. Sie spielen eine Rolle bei der Aktivierung von T-Helfer-Zellen (Th1) und bei der Kolonisationsresistenz. Eine reduzierte Menge kann Infektionen im Darm begünstigen. Verminderte Enterokokken können ein Zeichen für ein zu wenig aktives Darmimmunsystem (u.a. mit reduzierter Bildung von IgA durch die B-Zellen) sein.

Weiterführende Diagnostik:

sekretorisches IgA (Stuhl)

Die Keimzahl von *E. coli* ist vermindert.

Escherichia coli ist ein immunmodulierendes Bakterium. *E. coli* stimuliert die Produktion von sIgA und spielt eine Rolle bei der Kolonisationsresistenz. Eine reduzierte Menge kann durch ein zu wenig aktives Darmimmunsystem Infektionen im Darm begünstigen. Da *E. coli* sowohl Kohlehydrate als auch Eiweiß verwertet, kann eine reduzierte Menge zusammen mit der Reduktion weiterer Säurebildner auch ein Zeichen für ein mikrobielles Ungleichgewicht sein.

Die *E. coli* Biovare sind erhöht.

E. coli-Bakterien sind Teil der normalen Darmbesiedlung. Einige Stämme, wie die sogenannten *E.coli*-Biovare sind aber fakultativ pathogen und können schleimhautaggressiv wirken.

Die Keimzahl von *Klebsiella* spp. ist erhöht.

Die Gattungen *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Serratia* und *Citrobacter* werden aufgrund hoher Ähnlichkeit zur KESC-Gruppe zusammengefasst, die auch im gesunden Darm gefunden werden. Ein vermehrtes Vorkommen dieser proteolytischen Bakterien im Darm wirkt entzündungsfördernd. Da einige Vertreter dieser Gruppe Histaminbildner sind, kann ein Überwuchs auch zu einer erhöhten Histaminbelastung führen.

Weiterführende Diagnostik:

Histamin (Heparinblut)

Die Keimzahl von *Geotrichum* spp. ist erhöht.

Dieser Schimmelpilz gehört zur normalen Mikroflora vieler Milchprodukte (z.B. Weißschimmelkäse) und gelangt hauptsächlich über die Nahrung in den Darm. Nur bei Patienten mit Immundefizienz ist *Geotrichum* als Auslöser von Darmmykosen beschrieben.

Dr. rer. nat. Christiane Kupsch
Abteilungsleiterin

Andrea Thiem
Ärztliche Leitung Mikrobiomdiagnostik

Befund wurde validiert durch:
Dr. med. Volker von Baehr
Ärztliche Leitung