

Theoretische Grundlagen der physikalisch-mathematischen Medizin

*Kommentare und Hypothesen zu biophysikalischen
Faktoren und Wirkungsmechanismen*

KAPITEL 1 GRUNDLAGEN DER ORGANISATION LEBENDIGER SYSTEME

Inhalt

- Hierarchische Ebenen der Systemorganisation von Materie
- Die elektrische Feldstärke und ihr Einfluss auf die Eigenschaften und Funktionen biologischer Moleküle
- Isoelektrischer Punkt
- Säure-Basen-Gleichgewicht
- Azidose-Alkalose
- Ursachen der Übersäuerung des Organismus
- Katabolismus-Anabolismus
- Der Einfluss des pH-Werts auf die Eigenschaften von Enzymen
- Elektrische Feldstärke, Vektorpotential
- Aharonov-Bohm-Effekt
- Die optische Dichte biologischer Gewebe. Kerr-Effekt

Hierarchische Ebenen der Systemorganisation von Materie

Dank der Entwicklung der praxisorientierten wissenschaftlichen Medizin, der klinischen Physiologie, der medizinischen Physik, der physikalisch-mathematischen Medizin, der Kybernetik, der Elektronik und anderer Wissenschaftsbereiche gibt es heute umfangreiche therapeutische Möglichkeiten für die Nutzung physikalischer Faktoren bei der ganzheitlichen Behandlung, der medizinischen Rehabilitation und der Prophylaxe verschiedener Erkrankungen sowie in der Diagnostik. Der Einfluss physikalischer Faktoren (elektrischer, magnetischer, elektromagnetischer, akustischer u.a.) auf biologische Systeme, und insbesondere auf den menschlichen Organismus, ist Hauptgegenstand der Biophysik, der Physiologie und anderer Teilgebiete der theoretischen und der angewandten biomedizinischen Forschung. Die Biophysik komplexer Systeme befasst sich mit der Kinetik biologischer Prozesse,

dem zeitlichen Ablauf der für lebende Materie charakteristischen Prozesse und mit der Thermodynamik biologischer Systeme. Die Zahl der wissenschaftlichen Publikationen in diesem Wissenschaftszweig beläuft sich inzwischen auf mehrere Tausend.

Der menschliche Organismus als komplexes biologisches System funktioniert nach bestimmten Regeln und Gesetzen, deren Kenntnis es erlaubt, seinen Zustand zu evaluieren und die in ihm ablaufenden Prozesse zu beeinflussen. Die komplexe Systemorganisation des Organismus besteht aus verschiedenen hierarchischen Ebenen, wie zum Beispiel der atomaren, molekularen, supramolekularen, subzellulären, zellulären, organischen usw.



Abb. 1. Hierarchie der Ebenen von lebendiger und unbelebter Materie

Innerhalb und zwischen den hierarchischen Ebenen bestehen bestimmte funktionale Verbindungen. Gleichzeitig entspricht jeder Ebene der Systemorganisation ein bestimmter Strukturzustand der sie bildenden Elemente, der sich wiederum zu einem bestimmten Grad auf die Funktionsdynamik der jeweiligen Systemebene und des Organismus insgesamt auswirkt.

Grundlage für die Bildung der räumlichen Struktur der Materie aller Ebenen, sei es der atomaren, der molekularen, der zellulären und anderer Ebenen, ist das elektrische Feld. So besteht ein Atom aus einem positiv geladenen Kern und negativ geladenen Elektronen. Und die räumliche Organisation von Molekülen basiert ebenfalls auf der Verbindung verschiedener Ladungskomponenten: Atomen, Ionen, Molekülteilen. Dabei reagiert die gesamte räumliche Molekülstruktur äußerst empfindlich sowohl auf das Vorhandensein als auch auf die räumliche Anordnung jeder einzelnen Komponente. So kann ein Toxin, das sich komplementär mit einem Molekül, zum Beispiel einem Zellrezeptor, verbunden hat, dessen Konformation und Funktion verändern. Eine solche komplementäre Verbindung (Wechselwirkung)

vollzieht sich auf Grundlage der Ladungsentsprechung eines Bereichs (Teils) des Moleküls und des Toxins. Supramolekulare Systeme bilden eine Brücke zwischen lebendiger und unbelebter Materie. Die Fähigkeit supramolekularer Strukturen sich gegenseitig zu erkennen ist ebenfalls auf das Prinzip der komplementären Interaktion von räumlich verteilten elektrischen Feldern zurückzuführen.

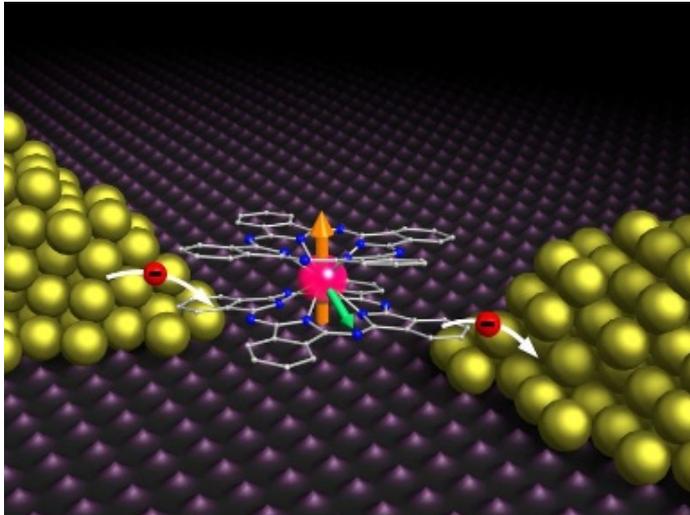


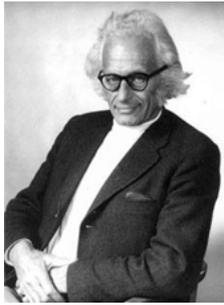
Abb. 2. Beispiel für das Erkennen und die Interaktion supramolekularer Systeme

Abb. 2 zeigt die Interaktion monopolarer Systeme, deren Erkennen durch Analogisierung der eigenen Ladungskomponenten erfolgt, unter Berücksichtigung der Spinbindungen, einschließlich des Vektors und der Polarisierung dieser Bindungen.

1987 erhielten die Wissenschaftler Donald James Cram, Jean-Marie Lehn und Charles Pedersen für die Erforschung und Entdeckung der Eigenschaften von supramolekularen Systemen den Nobelpreis für Chemie mit der Formulierung „Für die Entwicklung und Verwendung von Molekülen mit strukturspezifischer Wechselwirkung von hoher Selektivität“. Seitdem operiert man in der Chemiewissenschaft nicht nur mit den Begriffen und Eigenschaften einzelner Moleküle, sondern mit den spezifischen Eigenschaften supramolekularer Systeme, wie zum Beispiel Erkennen, Umwandlung, Lageveränderung. Diese Eigenschaften sind verantwortlich für die Mechanismen der Selbstassemblierung, Selbstorganisation und Funktionalität komplexer biologischer Systeme.

Das Leben biologischer Systeme verläuft in Raum und Zeit. Das physikalische Modell eines solchen durchgängigen Milieus wird häufig als Raum-Zeit-Kontinuum bezeichnet. Die Grundlage für den Aufbau und die Wechselwirkung des Raum-Zeit-Kontinuums bildet das elektrische Feld.

Bereits der englische Physiker Herbert Fröhlich, von dem die Theorie der kohärenten Schwingungen in biologischen Systemen stammt, stellte fest, dass „alle lebenden Zellen eine bestimmte elektrostatische Ladung haben, die sich unter dem Einfluss der in ihnen ablaufenden metabolischen Prozesse rhythmisch verändert.“ Daraus geht hervor, dass sich die Struktur der Materie und die Dynamik ihrer Veränderung in einer bestimmten Struktur und Dynamik der elektrischen Feldstärke des Objekts widerspiegeln.



Herbert Fröhlich (1905 – 1991)

Über eine dynamische (nach Fröhlich: rhythmische) elektrische Ladung verfügen jedoch nicht nur Zellen, sondern, wie wir inzwischen wissen, auch ein Großteil der biologischen Moleküle, die diese Zellen, ihr Lebensmilieu (Matrix) sowie die Regel- und Steuersignale der intrazellulären und interzellulären Reaktionen und Interaktionen bilden. Dabei haben die elektrische Ladung der Moleküle und ihre entsprechende Feldstärke eine individuelle räumliche Verteilung, die wiederum von dem Milieu abhängt, in dem sich die Moleküle befinden. Je nach funktionalem Zustand der biologischen Gewebe verändern sich viele physiologische Prozesse. Gleichzeitig verändert sich aber auch das Bild der elektrischen Feldstärke, was sich über die gesamte Prozesshierarchie verfolgen lässt.

Nachfolgend werden die Eigenschaften und Effekte des bedeutenden physikalischen Faktors der elektrischen Feldstärke betrachtet.

Die elektrische Feldstärke und ihr Einfluss auf die Eigenschaften und Funktionen biologischer Moleküle.

Isoelektrischer Punkt

Als wichtigsten physikalischen Faktor, der in der CME-Technologie verwendet wird, und der Informationen über den Zustand der gesamten Funktionshierarchie biologischer Systeme liefert, wurde die elektrische Feldstärke gewählt.

Zur Beurteilung der systemischen Kriterien für die Ausprägung des gewählten physikalischen Parameters in der Funktion biologischer Systeme werden zunächst die in der Medizin allgemein bekannten Kennwerte zur Evaluierung physiologischer Prozesse betrachtet. Unter den zahlreichen Kennwerten ist vor allem der pH-Wert, der Auskunft über das Säure-Basen-Gleichgewicht gibt, bekannt. Leider findet dieser Parameter als wichtiger systemischer Funktionsfaktor nicht immer gebührende Beachtung. Dabei ist der Säure-Basen-Haushalt ein wichtiger Faktor mit erheblichem Einfluss auf die Regulierung sämtlicher physiologischer Prozesse im menschlichen Organismus. Von ihm hängen die Atmung, der Blutkreislauf, die Verdauung, die Ausscheidungsprozesse, das Immunsystem, die Hormonausschüttung usw. ab.

Man sollte sich klarmachen, was dieser Kennwert bedeutet und wie er den Zustand und die Funktion von Molekülen und Zellen physikalisch beeinflusst. Als einfaches Beispiel dient das Wassermolekül. Wasser ist ein sehr schwacher Elektrolyt, und seine Moleküle zerfallen in geringem Maße in Wasserstoffionen H^+ und Hydroxid-Ionen OH^- , d.h. sie dissoziieren:

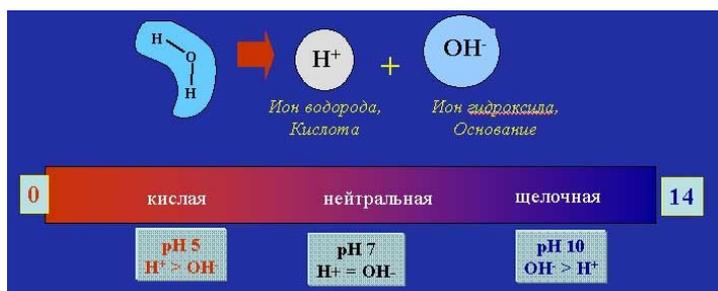
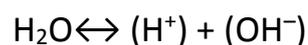


Abb. 3. Dissoziation der Moleküle von Wasser und Abhängigkeit seines Säure-Basen-Gleichgewichts von der Relation der Konzentration der Ionen (H^+) + (OH^-).



Je mehr (H^+)-Ionen Wasser oder ein anderes flüssiges Medium enthält, desto saurer ist es, und umgekehrt, je höher der Anteil der (OH^-)-Ionen ist, desto basischer ist es. Die Ionen können sowohl in frei beweglicher Form als auch als Bestandteil anderer Moleküle vorkommen, die ihre sauren oder basischen Eigenschaften bestimmen. Die Ionen verschiedener Makro- und Mikroelemente mit einem individuellen elektrochemischen Potential weisen auch spezifische oxidierende oder basische (reduzierende) Eigenschaften auf und beeinflussen so das Säure-Basen-Gleichgewicht des Organismus.

Электрохимическая Spannungsreihe der Metalle

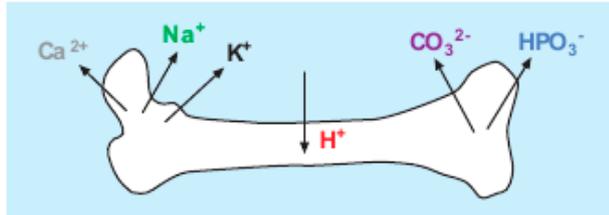
Электрохимический ряд напряжений металлов

Li	Cs	K	Ba	Ca	Na	Mg	Al	Zn	Fe	Co	Ni	Sn	Pb	H ₂	Cu	Ag	Hg	Pt	Au
-3.04	-3.01	-2.92	-2.90	-2.87	-2.71	-2.36	-1.66	-0.76	-0.44	-0.28	-0.25	-0.14	-0.13	0	+0.34	+0.80	+0.85	-1.28	-1.50
Li ⁺	Cs ⁺	K ⁺	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	Zn ²⁺	Fe ²⁺	Co ²⁺	Ni ²⁺	Sn ²⁺	Pb ²⁺	2H ⁺	Cu ²⁺	Ag ⁺	Hg ⁺	Pt ²⁺	Au ³⁺



Table 7. Transcellular shifts at:

Acidosis	H^+	$\left[\begin{array}{c} \rightarrow \\ \rightarrow \\ \rightarrow \end{array} \right]$	K^+ Mg^{++}
Alkalosis	K^+ Mg^{++}	$\left[\begin{array}{c} \rightarrow \\ \rightarrow \\ \rightarrow \end{array} \right]$	H^+



Im Körper ablaufende basenbildende Reaktionen führen vorwiegend zu einer Erhöhung seines Energieniveaus, wohingegen säurebildende Reaktionen dieses herabsetzen. Da sowohl die einen als auch die anderen Reaktionen Teil der natürlichen metabolischen Prozesse eines lebenden Organismus sind, kommt ihrem dynamischen Gleichgewicht eine besondere Bedeutung zu. Dieses Gleichgewicht spiegelt den normalen physiologischen Zustand verschiedener biologischer Milieus, funktionaler Systeme und Organe wider.

Der Wasserstoffkennwert pH ist das Maß für die Aktivität der Wasserstoffionen (H^+) in Lösung und zur quantitativen Bestimmung des Säuregrads. Dieser Kennwert ist dem Betrag nach gleich und dem Vorzeichen nach umgekehrt zum dezimalen Logarithmus der Wasserstoffionenkonzentration in Mol pro Liter:

$$pH = -\lg [H^+]$$

Aufgrund dieser logarithmischen Abhängigkeit unterscheiden sich die Säurewerte von zwei Medien mit zum Beispiel pH=7 um pH=8 um das Zehnfache.



Betrachten wir einmal den wichtigsten physikalischen Mechanismus, der im Falle der Abweichung des dynamischen Säure-Basen-Haushalts in den verschiedenen Systemen des Organismus zu Störungen der metabolischen Prozesse und folglich zur Entwicklung von Krankheiten führt.

Die wichtigsten biologischen Moleküle – Aminosäuren, Peptide, Proteine und andere – sind Elektrolyte, die gleichzeitig sowohl Säure- als auch Basengruppen enthalten und daher in wässrigen Lösungen dissoziieren (zerfallen), und zwar sowohl als Säuren unter Abspaltung von Wasserstoffionen (H^+) als auch als Basen unter Abspaltung von Hydroxid-Ionen (OH^-). Stoffe mit diesen Eigenschaften werden als Ampholyte bezeichnet.

Die Ladung eines jeden solchen biologischen Moleküls ist individuell verschieden und hängt von der Anzahl der enthaltenen Ionen der Säure- und Basengruppen seitlicher Radikale ab.

Solche Moleküle mit einer individuellen volumetrisch verteilten Ladung bewegen sich mit unterschiedlicher Geschwindigkeit in Medien mit unterschiedlichem Säure-Basen-Haushalt. Darüber hinaus beeinflussen die Säure-Basen-Eigenschaften eines Mediums nicht nur die Bewegung der Moleküle, sondern verändern auch deren elektrische Ladung. Ein wichtiger Parameter von Molekülen ist der sogenannte isoelektrische Punkt. Im isoelektrischen Punkt sind der pH-Wert des Mediums und die Ladung des Moleküls ausgeglichen, das Molekül wird elektrisch neutral. Im isoelektrischen Punkt hat ein Protein die geringste Löslichkeit, es scheidet sich leicht ab, und seine Lösungen haben eine geringere Viskosität. Diese Phänomene lassen sich durch die fehlende elektrostatische Abstoßung zwischen den Proteinmolekülen erklären. Ungeladene Proteinteilchen können aneinanderhaften und, wie bereits erwähnt, sich abscheiden. Der Wert des isoelektrischen Punkts für ein und dasselbe Protein kann in verschiedenen Konformationen differieren.

Liegt der pH-Wert eines Mediums unter dem Wert des isoelektrischen Punkts eines Proteinmoleküls, wird das Molekül positiv geladen. Ist der pH-Wert des Mediums höher als der Wert des Proteins, wird das Molekül negativ geladen.

Diese Eigenschaft biologischer Moleküle in verschiedenen biologischen Medien des menschlichen Organismus findet umfangreiche Nutzung bei der isoelektrischen Fokussierung, die zur Abscheidung von Molekülen aus einem Stoff und zur Bestimmung von deren Konzentration in diesem Stoff im Rahmen von Analysen angewandt wird. Unterschiedliche Proteine haben eine individuelle räumliche Ladung. Ihre isoelektrischen Punkte unterscheiden sich. In lebenden Organismen überwiegen saure Proteine.

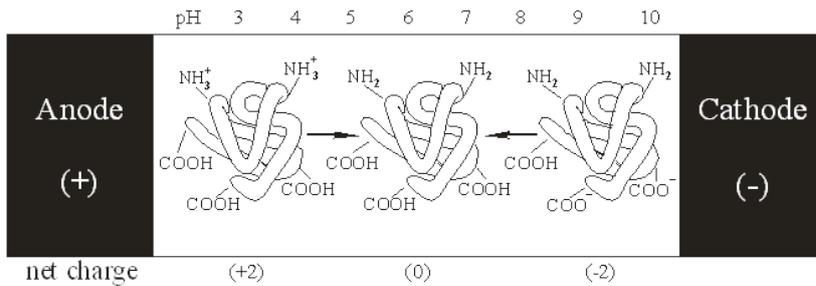


Abb. 4. Die Pfeile geben die Richtung der maximalen Proteinkonzentration (Fokussierung) zum isoelektrischen Punkt an.

Der Gradient des pH-Werts eines Mediums, das sich aus unterschiedlich geladenen Molekülen zusammensetzt, bildet die spezifische elektrische Feldstärke. Aber auch ein äußeres Feld kann die Bildung des pH-Werts beeinflussen. Wirkt ein äußeres elektrisches Feld ein, migrieren die Ampholyt-Moleküle im Medium und erzeugen den pH-Gradienten.

Da jedes biologische Molekül in einem lebenden Organismus eine ganz konkrete Funktion erfüllt, kann eine Abweichung des Säure-Basen-Haushalts von der physiologischen Norm, in der das Molekül funktioniert, zu einer Veränderung der gesamten Kette von Bindungen und Wechselwirkungen führen, die man als Metabolismus bezeichnet.

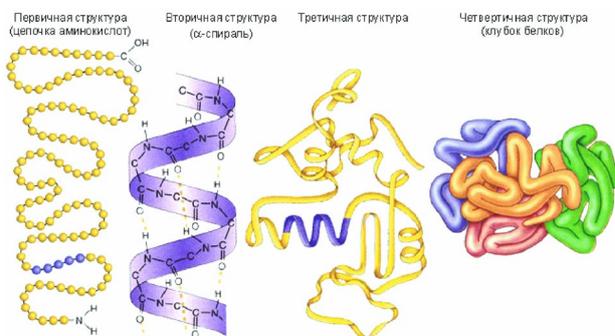


Abb. 5. Die biologische Funktion der Proteine hängt vor allem von deren räumlichen (dreidimensionalen) Aufbau ab.

Heute zielen mehr als 95 Prozent aller marktüblichen Arzneimittel auf die Beeinflussung der Proteine (Eiweiße) und die Veränderung ihrer Synthese, Struktur und Aktivität ab. Fast alle Krankheiten lassen sich bis zu den Veränderungen verfolgen, die auf der Protein- (Eiweiß-)ebene ablaufen.

Auf zellulärer Ebene wirken Proteine als Enzyme, Hormone und Antikörper. Sie gewährleisten die Bildung der Zellstruktur und sind an den Signalfunktionen der Zellen und der Zellkommunikation beteiligt. Die Primärstruktur eines Proteins

beinhaltet noch nicht genügend Informationen, um seine Funktion zu bestimmen. Die biologische Funktion der Proteine wird vor allem durch deren räumlichen (dreidimensionalen) Aufbau bestimmt. Gleichzeitig hängen die native Form eines Proteins und die ihr entsprechende maximale Funktionalität unter anderem mit dem Funktionsmilieu zusammen. In diesem Zusammenhang wird die Bedeutung der Verfahren zur Korrektur des Säure-Basen-Haushalts deutlich.

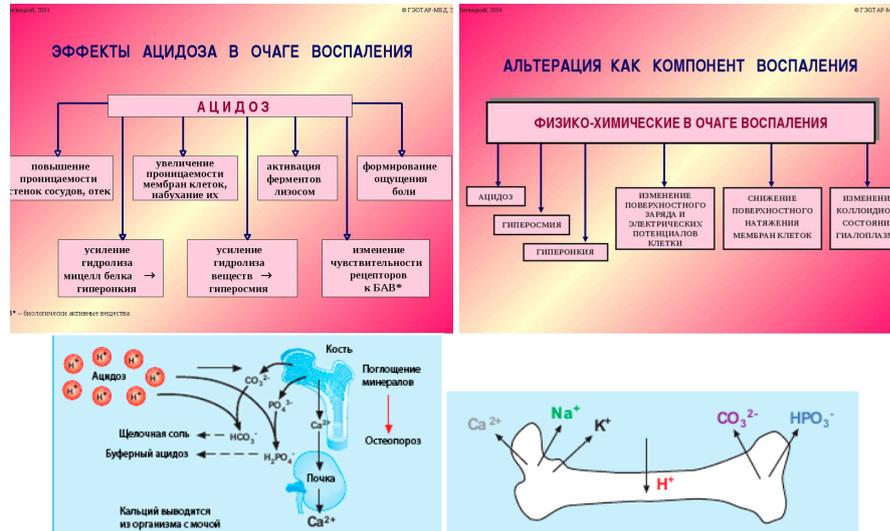


Abb. 6. Biologische Funktionen der Proteine

Völlig zurecht stellt sich die Frage: Welche Kette interagierender Mechanismen und Wirkungsprinzipien, die bei CME Anwendung finden, ermöglicht die Wiederherstellung des Säuren-Basen-Gleichgewichts und anderer Stoffwechselprozesse auf molekularer und zellulärer Ebene?

Die Antwort lautet: Bei der kompensatorischen Korrektur wird an der Elektrode der dynamische Gradient der räumlich-zeitlichen Verteilung der elektrischen Feldstärke unter Berücksichtigung des Korrekturmarkers und des momentanen Zustands des biologischen Systems gebildet. Geht die Feldstärke auf Null zurück, bleibt die Wirkung des Vektorpotentials erhalten, das in Quantensystemen deren Strukturelemente synchronisiert und die Informationsdichte des Systems wiederherstellt, wodurch die eigenen elektrischen Ladungen der Moleküle im ampholytischen (biologischen) Milieu umverteilt werden unter Wiederherstellung der Funktionalität sowohl des Milieus als auch der Moleküle. Solche Veränderungen hängen mit der Veränderung des isoelektrischen Punkts der funktionalen Moleküle (vorzugsweise derjenigen, auf die die Wirkung des Markers des kompensatorischen Signals abzielt) hin zum Niveau des nativen Zustands, d.h. der maximalen funktionalen Aktivität zusammen. Dadurch wird die Kinetik der molekularen Interaktionen und der metabolischen Prozesse wiederhergestellt. Die Wiederherstellung der molekularen und zellulären

Synchronisation des beeinflussten biologischen Gewebes bewirkt die Wiederherstellung von dessen Informationsdichte (durch Verringerung des Niveaus der Entropieprozesse, des Chaos), indem das Niveau der Kontakt- und Ferninteraktionen nach dem Grundsatz der nichtlokalen Verbindung angehoben wird.



Сäure-Basen-Gleichgewicht.

Azidose-Alkalose. Katabolismus-Anabolismus.

Bei der Betrachtung der Begriffe Säure-Basen-Gleichgewicht, Azidose-Alkalose und Katabolismus-Anabolismus wird nicht immer berücksichtigt, dass sie sich gegenseitig bedingen. Nachfolgend wird der Versuch unternommen, diese Phänomene, die es isoliert gar nicht gibt, zusammenzuführen. Denn ihre separate Betrachtung erschwert das Verständnis ihres eigentlich integralen Wirkungsmechanismus und die ganzheitliche Beurteilung ihrer Eigenschaften und Auswirkungen. Daher sollten diese Begriffe und die entsprechenden Prozesse in einen Gesamtzusammenhang gebracht werden.

Der Begriff Säure-Basen-Gleichgewicht an sich besagt, dass sich das innere Milieu des Organismus in einem bestimmten Gleichgewicht befinden muss. Wenn die Werte in der einen oder anderen Richtung von der physiologischen Norm abweichen, spricht man von einer Überalkalisierung (Alkalose) bzw. von einer Übersäuerung (Azidose) des Organismus, was unausweichlich zu einer Störung seiner lebenswichtigen Funktionen führt. Für den Organismus ist sowohl eine Überalkalisierung als auch eine Übersäuerung schädlich. Im Organismus findet ein ständiger Kampf zwischen Oxidantien (freien Radikalen) und Oxidationshemmern (Antioxidantien) statt. Steigt der Säuregrad an, nimmt die Anzahl der (H⁺)-Ionen zu,

was mit der Entwicklung einer Azidose einhergeht. Dieses Phänomen lässt sich bei jedem Entzündungsprozess beobachten. Dabei führt einerseits die Übersäuerung zur Entwicklung eines Entzündungsprozesses und andererseits ein Entzündungsprozess zum Entstehen eines sauren Milieus. Unabhängig von der gewählten Behandlungsmethode sollte sie darauf abzielen, den Entzündungsprozess zu beseitigen und dadurch das Säure-Basen-Gleichgewicht wiederherzustellen.

Alle Entzündungsprozesse gehen mit der Entwicklung einer Azidose einher. Eine Entzündung zerstört die Gewebestruktur bis hin zu deren Zerfall und intensiviert („befeuert“) den Stoffwechsel. Je akuter ein Entzündungsprozess verläuft, desto stärker ausgeprägt ist die Azidose. Während im Normalfall die Konzentration der Wasserstoffionen im Gewebe bei $0,5 \cdot 10^{-7}$ liegt, was einem pH-Wert von 7,34 entspricht, so können diese Werte im Falle einer Entzündung $25 \cdot 10^{-7}$ bzw. $\text{pH}=5,6$ und weniger betragen. So liegt der pH-Wert bei einer akuten eitrigen Entzündung bei 6,5 - 5,39, bei einer chronischen hingegen im Bereich 7,1 - 6,6.

Eine Azidose lässt sich bei allen Fällen von Kreislaufstörungen, bei Diarrhoe, Niereninsuffizienz, Krämpfen, Kollaps und Gewebehypoxie feststellen. Azidose kann zu Osteoporose führen. Dabei wird in der Regel eine Polyurie (häufiges Wasserlassen) beobachtet, die mit einer vermehrten Ausscheidung von Kalzium einhergeht. Auch Venenstau und Veneninsuffizienz sind hängen mit Azidose zusammen. Azidose führt zur Ablagerung von Säurekristallen in Gefäßen, Muskeln, Gelenken, Bindegewebe und Fettgewebe. Aufgrund der Übersäuerung des Organismus steigen sowohl der Blutdruck als auch der Cholesterinspiegel.

Eine Stoffwechselstörung kann nicht nur körperliche, sondern auch psychische Probleme mit sich bringen. Die Zellen des Nervensystems arbeiten am besten in einem schwach basischen Milieu. Es wurde experimentell festgestellt, dass das Intelligenzniveau von Kindern mit einem schwach basischen Milieu doppelt so hoch ist wie das von Kindern mit einem sauren Milieu. Der gleiche Zusammenhang lässt sich auch bei Erwachsenen feststellen. Eine Erkrankung wie Depression kann die Folge eines verschobenen Gleichgewichts in Richtung Übersäuerung sein. In dem Fall ist das Gehirn, das sich im Zustand einer chronischen Vergiftung befindet, nicht weniger betroffen als jedes andere Organ. Manchmal genügt es das Säure-Basen-Gleichgewicht wiederherzustellen, um eine Depression zu überwinden.

Das Blut ist das wichtigste Lebensmedium. Bei einem gesunden Menschen weist sein normaler physiologischer Zustand eine schwach basische Reaktion mit einem pH-Wert von ungefähr 7,35 auf. Blut ist ein äußerst konservatives Medium und zeichnet sich durch eine relative Konstanz aus. Die Abweichungen seines pH-

Werts dürfen sich nur in einem sehr engen Korridor von 7,35 – 7,45 bewegen. Werte, die über diesen Korridor hinausgehen, können schwerwiegende Folgen nach sich ziehen, bis hin zu letalem Ausgang. Hämoglobin ist beinahe das einzige Protein, das bis zu 8 % Histidin enthält. Es wirkt als starker intrazellulärer Puffer in den Erythrozyten und hält so den pH-Wert des Bluts konstant.

Besonders eng sind die Grenzwerte des pH-Werts bei Blut: 7,37-7,45 für arterielles und 7,32-7,42 für venöses. Das venöse Blut ist saurer, da es mit Kohlenstoffsäure angereichert ist. Der Mensch ist nur bei diesen pH-Werten lebensfähig. Unterschreitet der pH-Wert des Bluts 7,3 und übersteigt er 7,5, so hat das schwerwiegende Folgen für den Organismus. Bei einem pH-Wert von 6,95 tritt Bewusstlosigkeit und dann der Tod ein. Wenn aber die Konzentration der (H⁺)-Ionen abnimmt und der pH-Wert bei 7,7 liegt, kommt es zu schweren Krämpfen (Tetanie), was ebenfalls zum Tod führen kann.

Bei normal verlaufenden metabolischen Prozessen sammelt sich eine große Menge an Kohlenstoffsäure (H₂CO₃) und anderen (nichtflüchtigen) Säuren an, die in die Körperflüssigkeiten gelangen; sie müssen mit Hilfe von Puffersystemen neutralisiert und beseitigt werden.

Für andere biologische Medien wie Speichel liegt der pH-Wert im Bereich von 7,3 – 8. Die größten Schwankungen des Säure-Basen-Haushalts weist der Urin auf (pH = 4 - 8). Diese große Bandbreite hängt mit der rhythmischen Dynamik des Metabolismus zusammen, bei dem sich alle drei Stunden der Zustrom von Säure und Base abwechseln.



Der pH-Wert der Hautoberfläche beträgt bei einem gesunden Menschen 5,5. Die tieferen Hautschichten sind mit einem pH-Wert von 7,35 alkalischer. Den inneren Hautschichten entspricht ein alkalisches Milieu. Der Körper versucht mit allen möglichen Mitteln sich von Säuren und Schlacken zu befreien, und deshalb kommt es trotzdem zu einer ständigen Übersäuerung des Hautmilieus. Die meisten Fälle von Ekzemen, Nesselsucht, Juckreiz und Hautrötungen sind auf einen erhöhten

Säuregehalt des Schweißes zurückzuführen. In einem solchen sauren Milieu können sich Pilze an Finger- und Zehennägeln, der Epidermis und der Schleimhaut entwickeln.

Bei einem Ekzem oder Psoriasis zum Beispiel hat die Haut einen anabolen (alkalischen) Zustand, was üblicherweise mit einem zu hohen alkalischen Wert (septischen Dysbakteriose) im Dickdarm einhergeht. Diese Erkrankungen sollten durch eine Verschiebung des pH-Werts der Haut in den sauren Bereich und der Normalisierung des pH-Werts im Dickdarm behandelt werden. Der Erfolg einer solchen Therapie ist offensichtlich und durch zahlreiche praktische Beispiele belegt.

Li	Cs	K	Ba	Ca	Na	Mg	Al	Zn	Fe	Co	Ni	Sn	Pb	H ₂	Cu	Ag	Hg	Pt	Au
-3.04	-3.01	-2.92	-2.90	-2.87	-2.71	-2.36	-1.66	-0.76	-0.44	-0.28	-0.25	-0.14	-0.13	0	+0.34	+0.80	+0.85	+1.28	+1.5
Li ⁺	Cs ⁺	K ⁺	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	Zn ²⁺	Fe ²⁺	Co ²⁺	Ni ²⁺	Sn ²⁺	Pb ²⁺	2H	Cu ²⁺	Ag ⁺	Hg ²⁺	Pt ²⁺	Au ³⁺

Восстановительная активность металлов (свойство отдавать электроны) уменьшается, а окислительная способность их катионов (свойство присоединять электроны) увеличивается в указанном ряду слева направо.

In der Tabelle nimmt von links nach rechts die Reduktionsaktivität der Metalle (Fähigkeit Elektronen abzugeben) ab, während die Oxidationsfähigkeit ihrer Kationen (Fähigkeit Elektronen anzulagern) zunimmt.

Bei aller Vielfalt der Erkrankungen, die durch einen erhöhten Säuregehalt ausgelöst werden, haben sie doch alle drei Hauptursachen:

1. Mangelnde Enzymaktivität.

Enzyme können nur bei einem bestimmten pH-Wert gut arbeiten.

2. Aggressivität des sauren Milieus.

Aggressive Säuren rufen in Gewebe eine Reizung hervor, aufgrund derer entzündliche Prozesse entstehen können. Ein Großteil der Fälle von Ekzemen, Nesselsucht, Juckreiz und Hautrötungen wird von einem erhöhten Säurewert der Haut ausgelöst. Ein Säureüberschuss im Urin kann Schmerzen beim Harnlassen, Brennen in der Harnröhre, eine plötzliche Entzündung (Urethritis) oder eine Infektion (Zystitis) hervorrufen. Überschüssige Säure in den Gelenken ist der Auslöser von Arthritis, Nervenentzündung (Neuritis) und Darmstörungen (Enteritis, Kolitis, Brennen am After). Generell schwächt die Einwirkung von Säuren das Immunsystem.

3. Demineralisierung.

Mit einer Demineralisierung gehen Erkrankungen der Knochen und Zähne einher. Knochen, denen es an Kalzium mangelt, verlieren ihre Festigkeit und Flexibilität, sie brechen leicht (spontaner Oberschenkelhalsbruch), verlieren an Dichte (Osteoporose), entzünden sich in den Gelenken (Rheumatismus), und die Bandscheiben verschleißern (Ischias). Da Mikroelemente aktiv an der Neutralisation

von Säure beteiligt sind, kommt es zu einem Mangel an diesen und zu einer Demineralisierung (6).

Es ist eine offensichtliche Tatsache, dass ein normales Funktionieren des menschlichen Organismus direkt vom Säure-Basen-Gleichgewicht abhängt. Wohl aus diesem Grund hat der große französische Wissenschaftler Henri Becquerel das Leben als Sieg des (OH^-) -Ions über das (H^+) -Ion und den Tod als Revanche des (H^+) -Ions über das (OH^-) -Ion bezeichnet.

Ursachen der Übersäuerung des Organismus. Azidose

Eine Übersäuerung des Organismus kann verschiedene Ursachen haben. Hauptauslöser sind eine unausgewogene Ernährung und diverse Erkrankungen. Aber auch ein längerer Aufenthalt in einem geschlossenen, schlecht gelüfteten Raum ohne Bewegung kann zum Beispiel dazu führen, dass sich Kohlenstoff ansammelt und eine Azidose entsteht, wodurch die Lungenfunktion beeinträchtigt wird. Wenn die Lunge normal arbeitet, verursacht das im Laufe des Tages gebildete Kohlenmonoxid keinen spürbaren Schaden.

Zur Übersäuerung tragen auch die Metaboliten der Lebenstätigkeit von Schimmelpilzen sowie die im Körper vieler Menschen parasitierenden Helminthen, Trichomonaden u.ä. bei. In der Parasitologie hat man festgestellt, dass bei einem zu sauren pH-Wert die Lebensbedingungen für Helminthen und aerobe Bakterien entstehen und bei einem zu alkalischen pH-Wert die Voraussetzungen für Pilze, Viren und anaerobe Bakterien.

Bei den meisten Menschen findet mit zunehmendem Alter eine Verschiebung des Stoffwechsels in den eher sauren Bereich statt. Erkrankungen und damit einhergehende Entzündungsprozesse verstärken die Übersäuerung und führen zur Entwicklung einer Azidose.

Obwohl die Symptome einer Azidose den meisten Menschen bekannt sind, werden ihre Folgen für den Gesundheitszustand häufig unterschätzt. Auf emotionaler Ebene können sich folgende Anzeichen einer Azidose manifestieren: übertriebene Kritiksucht, Zynismus, Antriebslosigkeit, Unentschlossenheit und Unfähigkeit zur Unterscheidung zwischen Wahrheit und Lüge. Die körperlichen Anzeichen einer Azidose äußern sich in verstärkter Müdigkeit, Reizbarkeit, Anspannung der Nacken- und Schultermuskulatur, Arthritis, Magenschmerzen, Übelkeit, Gastritis, Geschwüren, Verstopfung, schneller körperlicher und geistiger

Ermüdung, bitterem Geschmack im Mund, grauem Belag auf der Zunge, Blutandrang zum Kopf und dunklen Ringen unter den Augen.

So wie das Säure-Basen-Gleichgewicht sämtliche physiologischen Prozesse im Organismus beeinflusst, versucht dieser umgekehrt dieses zu normalisieren. An dieser Regulierung sind viele Organe und Systeme beteiligt. Für die Aufrechterhaltung des Säure-Basen-Gleichgewichts sind hauptsächlich Lunge, Leber, Magen und Darm sowie die Nieren zuständig. Bei einer erhöhten Salzsäuresekretion im Magen wird Kohlenmonoxid im Blut zurückgehalten und die Basenmenge im Blut nimmt zu, während sie bei vermindertem Säuregehalt abnimmt. Für die vollwertige biochemische Funktion der Leber ist ein basisches Milieu zu bevorzugen. Als Reaktion auf einen Anstieg des Säuregrads produziert die Leber viel Ammonium, während sie im Falle einer stärkeren Alkalisierung mehr Harnstoff produziert. Die Säuren werden teilweise durch basische Verdauungssäfte neutralisiert, die im Darm erzeugt werden, teilweise werden sie durch sogenannte Puffersysteme im Blutplasma und im Gewebe kompensiert, die Wasserstoffionen (H^+) reversibel binden und somit unerwünschte Veränderungen des pH-Werts verhindern.

Eine Schlüsselfunktion bei der Aufrechterhaltung des biologischen Gleichgewichts kommt den Nieren zu. Sie neutralisieren Säuren und Basen.

Um Säure zu neutralisieren, muss der Organismus auf seine Basenreserven in Form von Mineralien zurückgreifen (Kalzium, Natrium, Kalium, Eisen, Magnesium). Wenn dabei das im Hämoglobin enthaltene Eisen zur Säureneutralisation verwendet wird, fühlt man sich müde. Wenn zu diesem Zweck Kalzium verbraucht wird, löst das Schlaflosigkeit und Reizbarkeit aus. Wird der Basenvorrat des Nervengewebes verringert, so führt das zu einer Beeinträchtigung der geistigen Aktivität.

Katabolismus vs. Anabolismus

Anabolismus bedeutet biologische Synthese, Wachstum, Entwicklung, Erneuerung und Speicherung von Energie. Anabolismus findet vorwiegend in alkalischem Milieu bei einem pH-Wert > 7 statt.

Unter Katabolismus („Abwerfen, Zerstörung“) versteht man den Prozess des energetischen, metabolischen Abbaus komplexer Moleküle in einfachere. Dabei erfolgt die Oxidation von Stoffen, die gewöhnlich mit der Freisetzung von Energie in Form von Wärme und der Bildung von ATP einhergeht. Der Organismus nutzt diese Energie zur Gewährleistung der Vitalfunktionen. Katabole Reaktionen liegen der Dissimilation zu Grunde, bei der komplexe Stoffe infolge des Zerfalls in einfachere

ihre spezifische Funktion für den Organismus verlieren. Katabolismus läuft in saurem Milieu bei einem pH-Wert < 7 ab.

In einem gesunden Organismus befinden sich Anabolismus und Katabolismus in einem dynamischen Gleichgewicht. Die Relation der Dynamik von Katabolismus und Anabolismus ist ein wichtiges Kriterium zur Beurteilung der Richtung und des Stadiums des Verlaufs physiologischer und pathologischer Prozesse. Leider operiert die moderne Medizin mit diesen Begriffen so gut wie gar nicht.

Alle Heilkräuter und chemischen Präparate üben entweder eine katabole (oxidierende) oder eine anabole (alkalisierende) Wirkung auf den Organismus aus.

Die Intensität der katabolen und der anabolen Prozesse sowie das Überwiegen der einen oder anderen in den Zellen wird von Hormonen geregelt.

Glukokortikoide zum Beispiel verstärken den Katabolismus von Proteinen und Aminosäuren und bremsen gleichzeitig den Katabolismus von Glukose (genauer gesagt, sie verstärken deren Anabolismus, indem sie die Ansammlung von Glukose in Form von Glykogen in der Leber und im Muskelgewebe induzieren und somit die Glukosekonzentration im Blut und in der Lymphe verringern, wodurch Hypoglykämie begünstigt wird). Insulin hingegen beschleunigt den Katabolismus von Glukose und bremst den Anabolismus von Proteinen.

Morphin, Dimedrol und Codein sind beispielsweise Stoffe mit anabolen Eigenschaften. Daher sind diese Schmerzmittel bei Krebspatienten mit gestörtem Stoffwechsel in Form eines verstärkten Anabolismus weniger wirksam. Chirurgische Eingriffe wiederum verstärken den Katabolismus. Daher werden die genannten Präparate gewöhnlich zur Schmerzlinderung nach Operationen verordnet.

Der Einfluss des pH-Werts auf die Eigenschaften von Enzymen

Gesondert ist der Einfluss des pH-Milieus auf die Eigenschaften der Enzyme zu betrachten.

Fermente oder Enzyme sind spezifische Proteinkatalysatoren, von denen die Intensität des Stoffwechsels abhängt. Indem sie den Stoffwechsel lenken und regeln, spielen die Enzyme eine ungeheuer wichtige Rolle in allen Prozessen der Lebenstätigkeit. Enzyme katalysieren den Ablauf sämtlicher biochemischen Reaktionen im Körper. Sie nutzen als Cofaktoren sowohl Metallionen als auch organische Verbindungen, von denen viele Vitaminderivate sind. Ein großer Teil der Enzyme (ca. 2/3) gehört zur Kategorie der Metalloenzyme: Für die Aktivierung der Blutgerinnungsenzyme ist Ca^{2+} erforderlich; Oxidoreduktasen verwenden als

Cofaktoren Fe^{2+} , Cu^{2+} , Mn^{2+} ; Kinasen benötigen Mg^{2+} ; für die Glutathionperoxidase (wichtiges Enzym zur Neutralisierung aktiver Formen des Sauerstoffs) ist Se erforderlich.

Im Unterschied zu anorganischen Katalysatoren ist die Wirkung von Enzymen streng spezifisch und hängt vom Aufbau des Substrats ab, auf das das jeweilige Enzym einwirkt.

Die Wirkung von Enzymen ist von mehreren Faktoren abhängig, vor allem von der Temperatur und der Reaktion des Milieus (pH). Die optimale Temperatur, bei der die Enzymaktivität am höchsten ist, liegt gewöhnlich im Bereich 40 - 50°C. Bei niedrigeren Temperaturen nimmt die Geschwindigkeit der Enzymreaktion in der Regel ab, und bei Temperaturen nahe 0 °C kommt die Reaktion praktisch völlig zum Stillstand. Bei Übersteigen der optimalen Temperatur lässt die Enzymreaktion ebenfalls nach und hört schließlich auf. Die abnehmende Intensität der Wirkung von Enzymen bei Überschreiten der optimalen Temperatur lässt sich hauptsächlich mit der beginnenden Zerstörung (Denaturierung) des Enzyms erklären.

Ein für die Wirkung eines Enzyms ausschlaggebender Faktor ist, wie S. Sørensen erstmals festgestellt hat, die aktive Reaktion des Milieus, der pH-Wert. Die einzelnen Enzyme unterscheiden sich hinsichtlich des für ihre Wirkung optimalen pH-Werts. So ist Pepsin, das im Magensaft enthalten ist, in einem stark sauren Milieu (pH 1 – 2) am aktivsten; Trypsin, ein proteinspaltendes Enzym, das von der Bauchspeicheldrüse abgesondert wird, wirkt am besten in einem schwach basischen Milieu (pH 8 – 9); die optimale Wirkung von Papain, einem proteinspaltenden Enzym pflanzlichen Ursprungs, wird in einem schwach sauren Milieu erreicht (pH 5 – 6).

Tabelle

Optimale pH-Werte für ausgewählte Enzyme

(Begriffe zum Einfügen in die Originaltabelle:)

Enzym	pH-Wert	Enzym	pH-Wert
Pepsin		Katalase	
Katepsin B		Urease	
Malzamyase		Pankreaslipase	
Darmsaccharase		Trypsin	
Speichelamyase		Arginase	

Таблица 4.3. Оптимальные значения pH для некоторых ферментов

Фермент	pH	Фермент	pH
Пепсин	1,5–2,5	Каталаза	6,8–7,0
Катепсин В	4,5–5,0	Уреаза	7,0–7,2
Амилаза из солода	4,9–5,2	Липаза	7,0–8,5
Сахараза кишечная	5,8–6,2	панкреатическая	7,5–8,5
Амилаза слюны	6,8–7,0	Трипсин	9,5–10,0
		Аргиназа	9,5–10,0

Alle Enzyme gehören zur Klasse der globulären Proteine, wobei jedes Enzym eine spezifische Funktion erfüllt, die von der jeweiligen globulären Struktur abhängt. Die Aktivität vieler Enzyme hängt jedoch von den Nichteiweißkörpern, den so genannten Cofaktoren ab. Die Funktion eines Cofaktors können Metallionen (Zn^{2+} , Mg^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Cu^{2+} , K^+ , Na^+) oder komplexe organische Verbindungen übernehmen. сложные органические соединения. So enthalten Peroxidase und Katalase Eisen. Das Enzym Ascorbatoxidase, das die Oxidation von Ascorbinsäure katalysiert, enthält Kupfer, und Alkoholdehydrogenase, das Alkohole zu den entsprechenden Aldehyden oxidiert, enthält Zink.

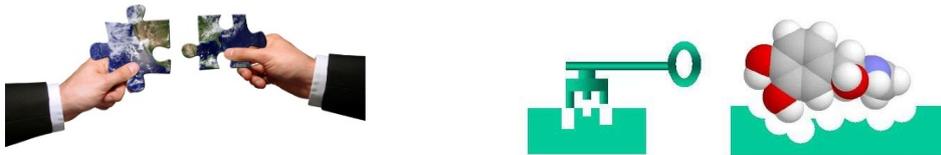


Abb. 7. Komplementärprinzip „Schlüssel-Schloss“

Da die maximale Enzymaktivität von der optimalen Konformation des Enzymmoleküls generell und der des aktiven Zentrums im Besonderen abhängt, beeinflussen selbst geringfügige Veränderungen der Umgebungsbedingungen, die die Substratbindung oder die Konformation der tertiären Proteinstruktur betreffen, die Geschwindigkeit der enzymatischen Reaktion. Eine Veränderung des pH-Werts führt zum Beispiel zu einer Veränderung des Ionisationsgrads der ionogenen Enzymgruppen und folglich zur Umverteilung der Bindungen zwischen den Radikalen in der Tertiärstruktur. Der optimale pH-Wert für die Wirkung eines jeden Enzyms entspricht der optimalen Komplementarität beim Zusammenwirken des Enzyms mit dem aktivierten Molekül (Schlüssel-Schloss-Prinzip).

Jede Molekularform eines Enzyms (Isoenzym) entwickelt ihre katalytische Aktivität in einem engen pH-Bereich, da von der Konzentration der Wasserstoffionen der Ionisationszustand des Substratmoleküls und der aktiven Gruppierungen im aktiven Zentrum des Enzymproteins abhängt, der wiederum die katalytische Wirkung des Enzyms gewährleistet. Außerdem beeinflusst die Konzentration der

Wasserstoffionen die Konformation des aktiven Zentrums. Deshalb verändert bereits eine leichte Abweichung der Reaktion des Mediums vom optimalen Wert die Ladung der Säure- und Basengruppen von Enzym und Substrat sowie die Konformation des aktiven Zentrums des Enzyms, infolgedessen die katalytische Aktivität des Enzymmoleküls stark abnimmt.

Es gibt mehrere Verfahren zur Regulierung der Enzymwirkung. Bei konstanter Konzentration des Enzyms kann seine Aktivität zunehmen (Aktivierung) oder abnehmen (Inhibierung). Die Heilwirkung vieler Arzneimittel ist dadurch bedingt, dass sie bestimmte Enzyme inhibieren (blockieren). Die therapeutische Wirkung von Aspirin als fiebersenkendes und entzündungshemmendes Mittel lässt sich damit erklären, dass Aspirin ein Enzym inhibiert, das die Prostaglandinsynthese (Prostaglandine sind Stoffe, die an der Entwicklung einer Entzündung beteiligt sind) katalysiert.

Eine andere Möglichkeit zur Veränderung der Enzymwirkung ist die Veränderung der Konzentration durch Beschleunigung (Induktion) oder Verlangsamung (Repression) der Enzymsynthese.

Eine Übersäuerung

- 1) behindert die normale Arbeit der Enzyme;
- 2) löst Reizungen aus und führt zu einer starken Verringerung zahlreicher Mineralstoffe;
- 3) führt zu verschiedenen Erkrankungen.

Der normale pH-Wert des Sekrets von Leber und Gallenblase liegt bei 7,1, der von Speichel bei 6,0 - 7,9. Bei einer Übersäuerung des Organismus verändert sich in erster Linie der pH-Wert von Speichel und Urin. Bindegewebe hat einen pH-Wert von 7,08 - 7,29. Der pH-Wert von Muskeln beträgt 6,9.

Der pH-Wert von Muskelgewebe kann innerhalb einer größeren Bandbreite schwanken als der von Blut. Muskelgewebe muss ständig von Säure befreit werden. Bei einem pH unter 6,2 hört der Herzmuskel auf zu arbeiten und es kommt zum Herzstillstand. Die Nieren zählen zu den wichtigsten Organen zur Ausscheidung bzw. Neutralisation überschüssiger Säuren. Der Säuregrad des Urins ist neben dem des Speichels der wichtigste Indikator des Säure-Basen-Gleichgewichts. Für Urin ist ein pH-Wert im Bereich von 4,5 - 7,7 charakteristisch. Es ist sehr wichtig, dass sich der pH-Wert des Nachturins von dem des Morgen- und des Tagesurins unterscheidet. Von der Urinreaktion hängt es ab, ob sich Steine bilden können. Harnsäuresteine entstehen eher bei einem pH-Wert unter 5,5, Oxalatsteine bei einem pH-Wert von 5,5 - 6,0 und Phosphatsteine bei einem pH-Wert von 7,0 - 7,8.

Der Magensaft ist mit einem pH-Wert von 1,6 - 1,8 am sauersten. Vom Säuregrad des Magensafts hängt die Aktivität von Pepsin ab, dem Enzym, das die Proteinhydrolyse katalysiert und die Verdauung von Fleisch, Wurst, Milch, Käse und anderer eiweißreicher Nahrung im Magen fördert. Daher ist es für eine funktionierende Verdauung erforderlich, dass der Magensaft exakt in diesem pH-Bereich liegt. Verändert er sich, entstehen Krankheiten. So geht bei einem Magengeschwür der pH-Wert auf 1,48 zurück.

Nach einem kurzen Exkurs zu den oben erläuterten Begriffen wird klar, dass die Zustandsbeurteilung biologischer Medien und die Möglichkeit ihrer Beeinflussung in erheblichem Maße von der Möglichkeit abhängt, die Ladungskomponente molekularer und zellulärer Systeme zu beurteilen und zu beeinflussen und somit auch die damit verbundene elektrische Feldstärke. Aus eben diesem Grund hat man in der CME-Technologie als Basis für die Evaluation und Korrektur biologischer Systeme den physikalischen Systemfaktor der elektrischen Feldstärke gewählt.

Elektrische Feldstärke und Vektorpotential. Aharonov-Bohm-Effekt

Es stellt sich die berechtigte Frage: Wenn sich die elektrische Feldstärke an der Hautoberfläche als Gesamtfeld aller biologischen Strukturen bildet, wie groß muss dann die Stärke eines von äußeren Feldes sein, das in der Lage ist korrigierend einzuwirken? Bei der kompensatorischen Korrektur mit CME bildet sich am Sensorausgang ein elektrisches Feld mit einer Stärke von max. $5 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ mit einem abklingenden Gradienten. Die Hauptwirkung wird nicht nach dem Grundsatz „je mehr, desto besser“ erzielt, sondern durch Einwirkung auf die inneren Organe und Systeme anderer Mechanismen, die in einer direkten Verbindung zur elektrischen Feldstärke stehen. Die elektrische Feldstärke hat eine direkte Verbindung (Korrelation) mit dem physikalischen Kennwert des elektrodynamischen Vektorpotentials.

Gemäß dem Aharonov-Bohm-Effekt ist das elektrodynamische Vektorpotential die Fortführung der äquivalenten Wirkung der elektrischen Feldstärke, wenn deren Wert gleich Null wird. Ein äußeres elektrisches Feld kann sogar an solchen Stellen auf biologische Strukturen einwirken, an denen die Stärke des elektrischen Potentials gleich Null ist. Dieser Effekt spiegelt den Mechanismus der berührungslosen Ferninteraktion wider (s. Kap. Nichtlokalität). Der Aharonov-Bohm-Effekt wurde von den beiden Wissenschaftlern bereits 1959 beschrieben.

Der Aharonov-Bohm-Effekt ist ein Quantenphänomen, das zeigt, dass ein elektromagnetisches Feld ein elektrisch geladenes Teilchen oder ein Teilchen mit magnetischem Moment sogar in den Bereichen beeinflusst, in denen die elektrische Feldstärke E und die Magnetfeldstärke H gleich Null sind, wohingegen das Skalar- und/oder Vektorpotential des elektromagnetischen Felds nicht gleich Null ist (d.h., wenn das elektromechanische Potenzial nicht gleich Null ist). Der Effekt lässt sich sowohl bei einem Magnetfeld als auch bei einem elektrischen Feld beobachten.

Das Wesen des Aharonov-Bohm-Effekts kann man wie folgt zusammenfassen: Die ausgehend vom Konzept der klassischen Elektrodynamik gewöhnliche lokale Einwirkung auf den Zustand eines geladenen Teilchens endet nicht, wenn die Feldstärke (eines magnetischen, elektrischen oder elektromagnetischen Felds) gleich Null wird, sondern es gibt dann eine quantenmechanische Einwirkung über das Vektorpotential des Feldes. Dabei lässt sich ein Interferenzeffekt (d.h. die Tatsache der Einwirkung) sogar dann beobachten, wenn es keine direkte Krafteinwirkung des Feldes auf das Teilchen gibt, d.h. bei einer Feldstärke von Null. Die durchgeführten Experimente belegen auf überzeugende Weise, dass sich das Vektorpotential eines elektrischen Feldes nicht durch leitfähige Schirme abschirmen lässt, sondern seine elektrodynamische Durchlässigkeit behält. Ein Vektorpotential ungleich Null gibt es überall (5). In den letzten Jahren konnten Wissenschaftler mehrfach experimentell nachweisen, dass es eine direkte Einwirkung des elektrodynamischen Faktors, der als Vektorpotential bezeichnet wird, auf biologische Objekte gibt. Früher wurde diese Größe nur in den klassischen Gleichungen der Elektrodynamik (Maxwell-Heaviside-Gleichungen) berücksichtigt, und bis Ende der 50er Jahre galt sie lediglich als bequeme mathematische Funktion, mit der man theoretische Berechnungen vereinfachen kann. Die aufgezeigte Wechselwirkung wurde durch die Grundlagenarbeiten russischer Wissenschaftler zur Rolle des Vektorpotentials im Bereich biologischer und medizinischer Untersuchungen nachgewiesen (3-8). Es wurde festgestellt, dass das Vektorpotential eines „Nullfeldes“ den Ablauf chemischer, biochemischer und zellulärer Prozesse verändert (Chemilumineszenz von Bakterien, Blutkörperchen-Senkungsgeschwindigkeit, Aufspaltung von Zucker durch Hefezellen, oxidativer Stress und andere Effekte) und sogar das Bewegungsverhalten von Einzellern beeinflusst.

Das elektrodynamische Vektorpotential als Fortsetzung der Wirkung der elektrischen Feldstärke ermöglicht somit, die Dynamik (Geschwindigkeit, Dichte und Ausrichtung) biophysikalischer und biochemischer Prozesse zu beeinflussen; es hat

einen hohen Informationsgehalt und ermöglicht es bei spezieller mathematischer Verarbeitung, auf die gesondert eingegangen wird, den Zustand dieser Prozesse auf verschiedenen strukturellen Hierarchieebenen biologischer Systeme, bis hin zur molekularen und zellulären Ebene, zu beurteilen.

Die optische Dichte biologischer Gewebe. Kerr-Effekt

Biologische Gewebe haben eine heterogene optische Dichte. Im normalen und im pathologischen Zustand sind die Eigenschaften und die optische Dichte des Gewebes unterschiedlich. Den Grad der Gewebeveränderung kann man im Rahmen einer morphologischen Untersuchung beobachten. Von der optischen Dichte des Gewebes und von seiner Anisotropie hängen zahlreiche molekulare und zelluläre Regulationsprozesse und Wechselwirkungen ab. Jedes biologische Gewebe hat in einem konkreten physiologischen Zustand eine individuelle optische Dichte und Anisotropie, denen wiederum eine konkrete räumlich verteilte elektrische Feldstärke entspricht. Ein von außen auf biologisches Gewebe einwirkendes elektrisches Feld verändert dessen optische Dichte und Anisotropie. Dieses Phänomen wird als elektrooptischer Kerr-Effekt bezeichnet. Die Veränderung der optischen Dichte eines biologischen Gewebes unter dem Einfluss eines elektrischen Feldes bewirkt eine Veränderung der im Gewebe ablaufenden metabolischen, kinetischen und regulatorischen Prozesse und Reaktionen. Diese Veränderungen wirken sich auch auf die räumliche Struktur der Moleküle (Proteine, Lipide...) aus und verändern den isoelektrischen Punkt dieser Moleküle.

Der Kerr-Effekt findet breite Anwendung, darunter auch in verschiedenen optischen Geräten (z.B. Laser) und in der Glasfasertechnik, wo er eine schnelle elektrische Modulation und Synchronisation von Prozessen und Signalen ermöglicht.

Literatur

1. *Aharonov Y., Bohm D.:* Significance of electromagnetic potentials in quantum theory. *Phys Rev.* 1959. V. 115. P. 485-491
2. *Imry Y., Webb R.:* Kvantovaja interferacija i èffekt Aaronova-Boma (Quanteninterferenz und der Aharonov-Bohm-Effekt). *V mire nauki*, 1986, Nr. 6, S. 24-31
3. *Truhan E.M. und Anosov V.N.:* Vektornyj potencial kak kanal informacionnogo vozdejstivija na živye ob'ekty (Das Vektorpotenzial als Kanal der Informations- einwirkung auf lebende Objekte). *Biofizika* 52 (2).376 (2007)

4. *Koëkina O.I.*: Upravljaemoe soznaniem prostranstvenno-vremennoe strukturirovanie aktivnoj sredy (nejrofiziologičeskiemissledovanija) (Bewusstseinsgesteuerte räumlich-zeitliche Strukturierung eines aktiven Milieus (neurophysiologische Untersuchungen)). *J. Tradicionnaja medicina*, Nr. 2 1, 2003, S. 55-60.
5. *Apel'cin V.F., Poletaev A.I.*: O pronicaemosti metalličeskih èkranov dlja polja vektornogo potenciala. Torsionnye polja i informacionnye vzaimodejstvija (Über die Durchlässigkeit von Metallschirmen für das Feld des Vektorpotentials. Torsionsfelder und Informationsinteraktionen). 2012: Materialien zur III. Internationalen Wissenschaftskonferenz, Moskau, 15.-16. September 2012, Moskau, 2012, S. 73-77.
6. *Christopher Vasey*: Kislotno-ščeločnoj balans organizma (Säure-Basen-Gleichgewicht des Organismus). Moskau, Stolica-Print, 2007. 216 S. S.23. (6).

KAPITEL 2

GRUNDLAGEN DER PHYSIKALISCH-MATHEMATISCHEN MEDIZIN IN DER CME-TECHNOLOGIE

Inhalt

- Chaos und Ordnung. Dissipative Systeme
- Entropie
- Das Dreikomponentengesetz der Energieerhaltung
- Informationsentropie
- Entropiedichte und -gradient
- Grenzen der Entropie
- Das Gesetz der Erhaltung der Summe an Informationen und der Entropie
- Determiniertes Chaos
- Phasenraum. Phasentrajektorie
- Seltsamer Attraktor
- Chaossteuerung
- Beispiel für determiniertes Chaos
- Fraktalität biologischer Systeme
- Der Hologrammeffekt in biologischen Systemen
- Die Bedeutung von Bifurkationen und Fluktuationen für die Steuerung der Dynamik biologischer Systeme
- Nichtdeterminiertes Chaos
- Synchronisation als Kriterium für das Ordnen der Struktur und Prozesse biologischer Systeme
- Prinzip des Abgreifens und der Bildung eines Steuersignals für die kompensatorische Korrektur mit CME
- Dynamische Polarisierung
- Kondensierter Zustand von Information und Materie
- Nichtlokalität und Quantenphänomene in der Makro- und Mikrowelt
- Grenzen der Anwendbarkeit der Gesetze der klassischen Physik und der Quantenphysik bei der Beschreibung der Effekte und Eigenschaften biologischer Makro- und Mikroobjekte

Chaos und Ordnung. Dissipative Systeme

Das vorherige Kapitel war dem wichtigsten zu analysierenden kompensatorischen Faktor, der in der CME-Technik genutzt wird, gewidmet: der elektrischen Feldstärke.

Die nächste Aufgabe besteht in der Bestimmung des Informationsgehalts, den dieser physikalische Faktor bei der Evaluation der funktionalen Zustände der verschiedenen Ebenen des Organismus hat. Man muss verstehen, auf Grundlage welcher physikalischen und mathematischen Gesetze und Modelle dieser physikalische Faktor eine Schlüsselrolle bei der Beschreibung der Zustände und Prozesse eines biologischen Systems spielen kann. Es muss auch klar werden, wie hoch der Grad der Zuverlässigkeit und Objektivität der Beurteilung dieser Zustände und Prozesse ist.

Deshalb werden in einer bestimmten Reihenfolge die physikalischen und mathematischen Begriffe, Gesetze und Prozesse betrachtet, die in der CME-Technik umgesetzt sind und mit deren Hilfe man die dynamischen Zustände der verschiedenen hierarchischen Ebenen und Prozesse im Organismus beurteilen kann.

Aufgrund der Dynamik der Bindungen und der funktionalen Prozesse verändert sich der Strukturzustand eines biologischen Systems ständig und spiegelt den Zustand einer gewissen „Ordnung“ und eines „Chaos“ wider. Zunächst sollten die Begriffe „Ordnung“ und „Chaos“ definiert werden. Unter „Ordnung“ ist der Zustand eines Systems zu verstehen, bei dem sich die exakte Lage und/oder Bewegung seiner Prozesse und Objekte bestimmen lässt. Unter „Chaos“ versteht man den vollständig desorganisierten Zustand eines Systems. In der Realität hat man es mit einem Zwischenzustand zu tun, der durch ein gewisses Maß an Geordnetheit des Systems gekennzeichnet ist. Die Aufrechterhaltung eines gewissen Grades an Chaos in einem dynamischen Nichtgleichgewichtssystem fördert, wie später noch gezeigt wird, seine Selbstorganisation und, bezogen auf den menschlichen Organismus als biologisches System, die Erhaltung des normalen Gesundheitszustands. Im Rahmen einer Behandlung entspricht diese Selbstorganisation dem Vorgang der „Selbsteilung“. Leben ist weder bei vollständigem Chaos noch bei vollständiger Ordnung möglich. Ein gesunder Organismus benötigt einen gewissen Grad an Chaos.

Systeme, in denen sich ein im Ungleichgewicht befindlicher dynamischer Chaoszustand zeigt, sind dissipative Systeme. Der Begriff „dissipative Strukturen“ (dissipative Systeme) stammt von Ilya Prigogine.

Ein **dissipatives System** (oder eine dissipative Struktur, von lat. *dissipatio* - Zerstreung, Zersplitterung) stellt ein offenes System dar, das sich nicht in einem thermodynamischen Gleichgewicht befindet. Mit anderen Worten handelt es sich um einen relativ stabilen dynamischen Zustand, der in einem Nichtgleichgewichtsmilieu bei Dissipation (Streuung) von externer Energie eintritt.

Offene und geschlossene Systeme. Das Hauptmerkmal offener Systeme ist ihre Fähigkeit, mit einem externen Milieu Energie und Informationen auszutauschen, während geschlossene Systeme von der Außenwelt isoliert sind.

Es ist anzumerken, dass die Dissipation bei der Bildung von Strukturen eine konstruktive Rolle spielt. Das erscheint auf den ersten Blick erstaunlich, da der Begriff Dissipation hauptsächlich mit dem Nachlassen von verschiedenen Bewegungen, der Energiezerstreuung und dem Informationsverlust assoziiert wird. Die Dissipation ist jedoch – und das ist außerordentlich wichtig – für die Bildung von Strukturen in offenen Systemen notwendig. Deshalb finden in offenen Systemen (dissipativen Systemen) neben Degradation auch Prozesse der Selbstorganisation statt.

So ergibt sich eine paradoxe Situation: Unter den Bedingungen der Dissipation, die üblicherweise als Ausdruck eines Strukturzerfalls wahrgenommen wird, entsteht aus Instabilität Ordnung!

Biologische Systeme sind dissipative Systeme. Das Mittel, mit dem sich der Organismus ständig auf einem relativ hohen Ordnungsniveau (relativ niedrigen Entropieniveau, s. weiter unten) hält, ist die Umgebung, aus der ein dissipatives System kontinuierlich Geordnetheit zieht.

Zur praktischen Beschreibung der Merkmale eines dynamischen Systems benötigt man ein mathematisches Kriterium (Funktion) zur Beschreibung und Bestimmung von Informationen über den Zustand und das Verhalten dieses Systems. Da die Prozesse chaotisch sind, muss eine solche Funktion die probabilistischen Systemzustände berücksichtigen. Von den verschiedenen makroskopischen Funktionen verfügt nur die Entropie S über die Gesamtheit der Eigenschaften, aufgrund derer sie als Maß für die Unbestimmtheit (Chaos) bei der statistischen Beschreibung von Prozessen in makroskopischen Systemen geeignet ist.

Entropie

Der Begriff „Entropie“ wurde erstmals 1865 von dem herausragenden deutschen Physiker Rudolf Clausius verwendet, der als einer der Begründer der

Thermodynamik und der molekularkinetischen Wärmetheorie gilt. In der Thermodynamik bestimmt die Entropie das Maß der irreversiblen Zerstreung (Dissipation) von Energie. Der Begriff „Entropie“ stammt von dem griechischen Wort «entropia», was Wendung, Umwandlung bedeutet. Der Begriff bezeichnet eine Umwandlung oder Veränderung. Entropie ist das Maß für die Desorganisation (Chaos) von Systemen jeglicher Art; mit anderen Worten, die Entropie spiegelt den Grad der Geordnetheit der Struktur eines Stoffs und/oder von Prozessen in einem System wider.

Der Grad des Chaos eines Systems beinhaltet Informationen, da jede Heterogenität eine solche Information in sich birgt, die wiederum mit der Entropie korreliert. Jede Abweichung vom Chaos hin zu einer relativen Strukturierung und Geordnetheit eines Systems erhöht den Informationsgehalt des Systems. In dissipativen Systemen, in denen eine Zunahme der Entropie zu beobachten ist, nimmt die Informationsdichte ab; umgekehrt verursacht eine Informationszunahme einen Rückgang der Entropie.

Neben der Entropie physikalischer Phänomene und Prozesse gibt es den Begriff der Informations-Entropie, der als Maß für die Unbestimmtheit von Informationen gilt.

Der Begriff des statistischen Maßes für die Menge an Informationen (Entropie) wurde erstmals von Claude Shannon in seinen Grundlagen des theoretischen Informationsaustauschs verwendet. Die von Shannon vorgeschlagene Informationstheorie hat jedoch nur einen begrenzten Anwendungsbereich, da die Informationsfunktion von Shannon als mathematische Abstraktion betrachtet wird, ohne Korrelation mit den fundamentalen physikalischen Funktionen zur Beschreibung der Zustände von Materie und Energie.

In Weiterentwicklung der Informationstheorie betrachtet der amerikanische Professor und Quantenphysiker Theodore Van Hoven, Nobelpreisträger für Physik, die Informationsfunktion als materielle Kategorie (Informationsentropie), die eine konkrete hierarchische Ebene der inneren Strukturorganisation eines Objekts widerspiegelt und mit so grundlegenden Merkmalen wie Energie und Masse eines Objekts korreliert.

Ein solcher naturwissenschaftlicher Ansatz ermöglicht die Objektivierung realer Prozesse in Wechselwirkung mit Materie, Information und Energie. Entwickelt man diesen Gedanken weiter, so kommt man zum Dreikomponentengesetz der Energieerhaltung, dem zufolge sowohl Materie als auch Information in Energie übergehen können. Somit bildet die Informationsfunktion eine materielle Kategorie,

die den Grad der inneren Strukturorganisation eines Objekts angibt und mit der Energie und Masse des Objekts korreliert. (2, 5).

Die Informationsentropie hat ebenso wie die thermodynamische Entropie einen additiven Charakter. Hierbei ist der Effekt der gemeinsamen Wirkung gleich der Summe der Effekte der Wirkung eines jeden einzelnen. Die Entropie mehrerer Informationen ist gleich der Summe der Entropie der einzelnen Informationen.

Das Dreikomponentengesetz der Energieerhaltung.

Sowohl Materie als auch Information kann in Energie übergehen.

Трёхкомпонентный закон сохранения энергии.
И материя и информация может переходить в энергию.



Abb. 8 Das Dreikomponentengesetz der Energieerhaltung

Unter dem additiven Effekt versteht man eine Form der Synergie, bei der der gemeinsame Wirkungseffekt (zum Beispiel von Arzneimitteln) gleich der Summe der Wirkungseffekte einer jeden einzelnen Komponente ist.

Dieser Effekt ist verantwortlich für die komplexe komplementäre Wirkung der Summe der optimalen Methoden zur Korrektur des Zustands eines Menschen. Dazu können sowohl medikamentöse als auch nichtmedikamentöse Korrekturmethode zählen.

Später führte Theodore van Hoven den Begriff *Dichte des Entropiefelds* ein. Diese ändert sich in die eine oder andere Richtung in Abhängigkeit von der Energie, die ein System erhalten oder verbraucht hat, was sich wiederum in der Strukturorganisation dieses Systems widerspiegelt. Somit hat van Hoven den Zusammenhang zwischen der Destruktion (Chaos) eines Systems und der maximalen Energiemenge, die ein System abgeben oder absorbieren kann, festgestellt. Die Weiterentwicklung der Vorstellungen von den Eigenschaften der Information und den damit einhergehenden Prozessen trug zur Entwicklung der Theorie der Quanten-Entropie-Logik bei. Auch dieses theoretische Konzept zeigt, dass der Informationsaustausch elementarer Strukturen von Systemkomponenten aus der Entfernung, assoziativ und selektiv erfolgt, und zwar durch die Quanten der

elektrischen (elektromagnetischen) Strahlung, deren Energie der Energie der Zerstörung der Bindung (Entropiepotential) der elementaren Systemstruktur entspricht.

Die gesamte elektrische Feldstärke kann als additives Ergebnis der elektrischen Strahlungsquanten dargestellt werden.

Einerseits gibt es den physikalischen Faktor – die elektrische Feldstärke mit den zusätzlichen Eigenschaften wie Dichte und Gradient. Das ermöglicht es, mittels Energiequantelung die Informationskomponente der Entropie-Bestandteile (additive) die durch die Wellencharakteristik des Strahlungsquants übertragen werden, zu bestimmen. Andererseits ist jedes Quant der elektrischen Strahlung, das über eine energetische Komponente verfügt, in der Lage auf biologische Strukturen und Prozesse einzuwirken. Auch hier zeigt sich die additive Wirkung des gequantelten Teils der energetischen Komponente, die in Wechselwirkung mit der jeweiligen Dichte des elektrischen Strahlungsfelds steht.

Und während statische elektrische (elektromagnetische, gravitative) Felder ein System zu einer mechanischen Verschiebung und Polarisierung bringen, d.h. seine Struktur verändern, so erregen dynamische elektrische (elektromagnetische, gravitative) Felder in ihm ein Entropiepotential (Vektorpotential), d.h. eine Informationskomponente, die auch die Struktur der Materie und die darin ablaufenden Prozesse beeinflusst.

Grenzen der Entropie

Der dynamische Gleichgewichtszustand eines materiellen Objekts oder eines funktionalen Prozesses kann durch Entropiegrenzen begrenzt sein, innerhalb derer sich das Objekt oder der Prozess in einem relativ stabilen Phasenzustand befinden. Dabei stehen die Entropiegrenzen in direkter Wechselwirkung mit dem dynamischen Gradienten der elektrischen Feldstärke des Organismus. Da die Dichte der elektrischen Feldstärke (Gradient) den Modifikationsgrad der Systemstruktur beeinflusst, hat auch die Entropie eine Felddichte und folglich einen Gradienten.

$$S = k \log W$$

Hierbei gilt: S – Entropie, k – Boltzmann-Konstante, W - Wahrscheinlichkeit des Systemzustands.

Biologische Systeme sind durch eine große Anzahl von Gradienten (osmotischer, elektrischer, Konzentrationsgradient ...) charakterisiert. Unter einem Gradienten versteht man eine Charakteristik, die die Richtung des steilsten Anstiegs

einer Größe angibt, deren Wert sich von einem Raumpunkt zum anderen ändert. Der Gradient eines beliebigen Systemparameters verändert sich mit der Entfernung. Der Gradient der elektrischen Feldstärke (dynamische Felddichte) gibt an, wie sich das elektrische Potential pro Volumeneinheit eines biologischen Objekts verändert.

Begriffe auf Abbildung:

Elektrochemischer Gradient

Organische Anionen

Konzentrationsgradient

Elektrostatischer Gradient

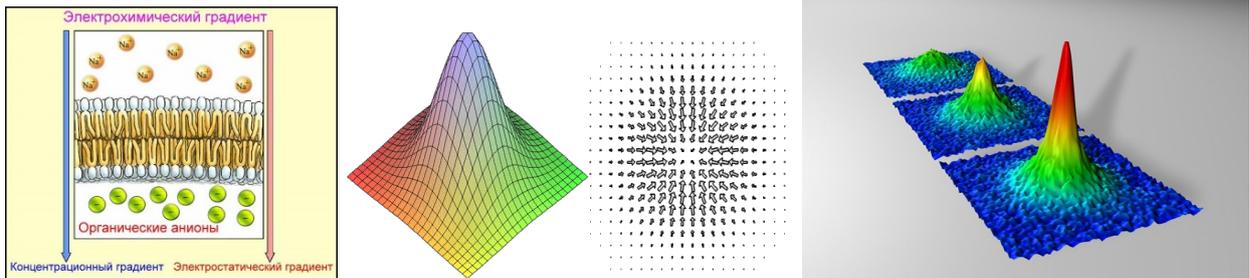


Abb. 9 Beispiele für Gradienten

Der gemessene Spannungsgradient eines elektrischen Felds in einem Einzelsegment dieses Felds entspricht bedingt dem Einzelvektor dieses Feldsegments. Die Gesamtheit der gemessenen Werte für die Vektorgradienten bildet eine Matrix von Koeffizienten, die im weiteren Verlauf für die mathematische Datenverarbeitung genutzt werden kann.

Die veränderte Verteilung der Felddichte (der elektrischen Feldspannung) enthält aufgrund der Superposition der Felder gleichartiger Objekte Informationen über Volumen und Dichte der Verteilung gleichartiger, an einem funktionalen Prozess beteiligten, Strukturelemente (Moleküle, Zellen) in diesem Volumen. Die Geschwindigkeit der Feldveränderung (Vektorkoeffizienten der Gradienten der elektrischen Feldstärke) beinhaltet Informationen über die Aktivität der ablaufenden Prozesse, während die Dichte der Verteilung von Koeffizienten und Vektoren eines Gradienten Auskunft darüber gibt, wo ein Prozess lokalisiert ist und wie akut er abläuft.

Ungeachtet der Tatsache, dass bei CME das Signal von einem biologischen Objekt dynamisch, segmentär und bei Rauschen abgegriffen wird und dem Wesen nach stochastisch ist, hat es dennoch einen hohen Informationsgehalt, denn es stellt ein mehrdimensionales dynamisches Hologramm dar, das über eine hohe Spektraldichte verfügt und unter anderem Informationen über die dynamischen Spektren chemischer Stoffe enthält. (Die Eigenschaften und Besonderheiten der

Hologramme biologischer Strukturen sind im Abschnitt *Hologramme. Fraktale.* beschrieben.).

Es sei nochmals festgestellt, dass die Entropie das Maß für die Ordnung der Struktur von Materie und/oder der Struktur von Information ist. Die Verteilung der Entropiedichte, der Entropiegradient, ist das Maß für die Konzentration und kann sowohl auf die Entropie der Struktur von Materie als auch die Entropie von Information angewandt werden. Der Gradient der elektrischen Feldstärke korreliert sowohl mit dem Gradienten der Entropie der Materie als auch mit dem Gradienten der Entropie der Information.

Insbesondere der maximale Anstieg der Entropiedichte kann ein System in einen instabilen, kritischen Zustand versetzen. Wenn man von einem Korridor der Entropieveränderung zwischen null und eins ausgeht, erfolgt die strukturelle Zerstörung des Systems in zwei kritischen Fällen:

- Bei Nullentropie kollabiert das System.
- Bei einer Entropie von knapp eins erfolgt das Auseinanderdriften, die Zerstörung der Kohäsion der Systemstruktur.

Beide Zustände sind für biologische Systeme von kritischer Bedeutung für ihr normales Funktionieren und sogar ihre Existenz.

Andererseits ist es für das normale Funktionieren eines Systems, wie oben gesagt, erforderlich, dass es sich in einem ungleichgewichtigen, dynamischen Entropiekorridor befindet. Diese These ergibt sich aus dem Bauer-Prinzip.

Erwin Bauer (Èrvin Simonovič Bauer), ein in Ungarn geborener sowjetischer Vertreter der Theoretischen Biologie, hat in seiner Hauptarbeit das Prinzip des stabilen Ungleichgewichts lebendiger Systeme wie folgt formuliert: „Alle lebendigen Systeme, und nur diese, befinden sich niemals im Gleichgewicht und arbeiten mit ihrer freien Energie ständig gegen ein Gleichgewicht an, das laut den Gesetzen der Physik und Chemie bei den existierenden äußeren Bedingungen erforderlich ist.“ (Bauer E.S.: Theoretische Biologie, M.-L., Verlag VIEM, 1935, S. 43)

Dabei begründete E.S. Bauer sowohl das Gesetz der Erhaltung der Summe an Informationen (I) als auch der Entropie (S): $(S) + (I) = \text{const}$, das in dynamischen offenen und dissipativen (s. dissipative Systeme) Biosystemen gilt. Dieses Gesetz verweist auf den reziproken Zusammenhang zwischen Energie und Information im System und die Möglichkeit der Regulierung dieser Beziehungen. So wurde zum wiederholten Mal gezeigt, dass Energie und Informationen interagierende, korrelierende adaptive Funktionen sind. In der CME-Technologie ist die Wirkung

dieses Gesetzes technisch umgesetzt und dient als Basis für die kompensatorische Korrektur.

Die meisten Prozesse in dissipativen Systemen laufen unter dem Einfluss zahlreicher innerer und äußerer Faktoren ab, die das gewissermaßen chaotische Verhalten bedingen. Daher lassen sich die meisten Prozesse in biologischen Systemen nicht mit linearen Funktionen beschreiben, sondern nur mit Funktionen, die mit den oben erwähnten Wahrscheinlichkeitscharakteristiken operieren.

Da die Entropie die Wahrscheinlichkeitscharakteristik für das Maß des chaotischen Zustands eines Systems ist, werden im Folgenden die Begriffe für die unterschiedlichen Chaosformen solcher Systeme betrachtet.

Determiniertes Chaos

Die Begriffe Determinismus und Chaos sind sinngemäß direkt entgegengesetzt. *Determiniert* bedeutet *bedingt, vorherbestimmt*. Determinismus wird mit völliger Vorhersagbarkeit und Reproduzierbarkeit assoziiert, Chaos hingegen mit völliger Unvorhersagbarkeit und Nichtreproduzierbarkeit. Es stellt sich daher die berechtigte Frage, was unter dem Begriff *determiniertes Chaos* zu verstehen ist, der zwei völlig gegensätzliche Dinge vereint. Die Beantwortung dieser Frage ist zwar nicht einfach, aber möglich.

Determiniertes Chaos ist ein abstrakter mathematischer Begriff, der einen determinierten Prozess in einem determinierten nichtlinearen System bezeichnet, der bedingt ist durch die Eigenschaft dieses Systems Instabilität und eine sensible Abhängigkeit der Dynamik des Systems von geringen Störungen aufzuweisen.

Das Phänomen des determinierten (dynamischen) Chaos war in den 60er Jahren Gegenstand intensiver Forschungen von Physikern und Mathematikern. Wissenschaftliche Arbeiten zu dem Thema schrieben A. N. Kolmogorov, V. I. Arnol'd, J. Moser, V. K. Mel'nikov, B. V. Čirikov u.a.

Determiniertes Chaos, d.h. Unordnung, ist in gewissem Maße geordnet, geht aber einher mit zufälligen Prozessen von unregelmäßiger (chaotischer) Bewegung, die teilweise vorherbestimmt und sogar gesetzmäßig sind. Determinismus bedeutet die Möglichkeit der eindeutigen Vorhersage des Zustands eines Systems zu jedem beliebigen Zeitpunkt, ausgehend von den Ausgangsbedingungen. Das Phänomen des determinierten Chaos ist wahrhaft allumfassend, universell und lässt sich auf allen Ebenen der Organisation der Materie beobachten.

Wie bereits mehrfach festgestellt, lassen sich in den meisten determinierten Systemen Elemente von stochastischen Systemen feststellen, d.h. von Systemen, deren Entwicklung vom Einfluss zufälliger Prozesse abhängt. Zufällige Einflüsse können von außen oder von innen (internes Rauschen) auf ein System einwirken.

Unter zufälligen Prozessen versteht man völlig unvorhersehbare Vorgänge. Ein zufälliger Prozess ist ein probabilistischer, stochastischer Prozess. Dennoch ist es bei stochastischen Systemen, die der Einwirkung zufälliger Prozesse ausgesetzt sind, möglich, die Entwicklungsdynamik mit einem gewissen Grad an Wahrscheinlichkeit vorauszusagen. Somit sind stochastische Prozesse probabilistische oder mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit zu vermutende Prozesse (von griechisch: *stochastikos* – zu erraten). Bei zufälligen Einwirkungen genügt es nicht, Angaben über den Ausgangszustand (aktuellen Zustand) eines Systems zu kennen, um seinen möglichen Zustand zum nächsten Zeitpunkt vorherzusagen.

Ein wichtiger Umstand ist die Tatsache, dass in dissipativen Systemen chaotische Prozesse im Rahmen einer bestimmten Struktur ablaufen, quasi als Teil des dissipativen Systems. Diese Struktur lässt sich nur schwer mit den herkömmlichen Methoden zur Untersuchung der Dynamik bestimmen, zum Beispiel durch die Ermittlung der Abhängigkeit der Resonanz von der Zeit oder des Frequenzspektrums.

Die Entwicklung chaotischer (dynamischer) Systeme in der Zeit lässt sich gut mit Hilfe des Phasenraums analysieren. Die Koordinaten der Struktur des Phasenraums werden durch die Geschwindigkeit und/oder sogar Beschleunigung des Prozesses bestimmt. Im Koordinatensystem einer solchen Struktur hat man es somit mit der Geschwindigkeit und/oder Beschleunigung der Veränderung des Prozesses zu tun und nicht nur mit der Zeit wie in determinierten Prozessen.

Unter dem **Phasenraum** versteht man den Raum bestimmter Systemparameter. Im Phasenraum gibt es eine Vielzahl aller möglichen Systemzustände, so dass jedem möglichen Systemzustand ein Punkt im Phasenraum entspricht.

Unter der **Phasentrajektorie** versteht man die Trajektorie der Verschiebung des Punkts, der den Zustand eines dynamischen Systems im Phasenraum darstellt. Die Phasentrajektorie ist identisch mit dem Begriff Vektorpotential.

Das weiter oben betrachtete Vektorpotential vereint in sich Informationen zu den Koordinaten des physikalischen Faktors (in unserem Fall der elektrischen Feldstärke) in Wechselwirkung mit der Geschwindigkeit und/oder der

Beschleunigung ihrer Veränderung, d.h. es entspricht de facto dem Begriff des Phasenraums.

Seltsamer Attraktor

Der Phasenraum der Parameter eines Systems kann mathematisch und bei einigen realen Modellen auch visuell durch eine dynamische Trajektorie dargestellt werden, die man als Attraktor bezeichnet.

Attraktor (*attractor*) bedeutet in der Übersetzung aus dem Englischen „etwas, das anzieht“; im gegebenen Fall handelt es sich um eine Vielzahl von Trajektorien im Phasenraum, zu denen alle übrigen Trajektorien aus einem bestimmten Umkreis des Attraktors angezogen werden.

Anders ausgedrückt, bezeichnet der Attraktor den Phasenzustand eines dynamischen Systems, auf den es sich im Laufe seiner Bewegung (Entwicklung) zubewegt.

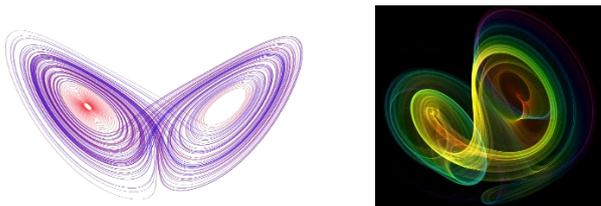


Abb. 10. Beispiele für seltsame Attraktoren

Der Phasenraum des determinierten Chaos als dynamischer Prozess entspricht in den meisten Fällen einer mathematischen Funktion (Modell) wie dem seltsamen Attraktor. Komplexe Bewegungen in nichtlinearen dissipativen dynamischen Systemen entsprechen vorwiegend dem Verhalten eines solchen dynamischen Musters wie dem seltsamen Attraktor. Das Wort „seltsam“ betont zwei Eigenschaften des Attraktors.

Erstens, die ungewöhnliche geometrische Struktur. Die Dimension des seltenen Attraktors ist gebrochen (bestehend aus annähernd gleichen, gleichartigen Trajektorien) oder, wie es üblicherweise heißt, fraktal.

Zweitens, ein seltsamer Attraktor ist ein Bereich, der Trajektorien aus Bereichen im Umkreis anzieht. Dabei sind alle Trajektorien innerhalb eines seltsamen Attraktors dynamisch instabil.

Ungeachtet der Tatsache, dass jede einzelne chaotische Trajektorie außerordentlich sensibel auf die geringsten Störungen reagiert, stellt ein seltsamer Attraktor (Gesamtheit aller möglichen Trajektorien) eine sehr stabile Struktur dar.

Somit äußert sich das dynamische Chaos einerseits als Modell der Unordnung und andererseits als stabiler und geordneter Zustand in unterschiedlicher Ausprägung.

Es sei nochmals festgestellt, dass Attraktoren aktive stabile Zentren der potenziellen Entwicklungswege eines Systems sind, die in der Lage sind das umgebende Milieu anzuziehen und zu organisieren.

Steuerung des Chaos

Die Natur des Chaos macht auf den ersten Blick seine Steuerung unmöglich. In der Realität verhält es sich jedoch umgekehrt: Die Instabilität der Trajektorien chaotischer Systeme macht sie extrem empfindlich für Steuerung. Chaotische Systeme weisen gleichzeitig sowohl eine gute Steuerbarkeit als auch eine erstaunliche Plastizität auf: Das System reagiert sensibel auf äußere Einwirkung und behält gleichzeitig seine Art der Bewegung bei. Nehmen wir an, dass zum Beispiel ein System aus einem Zustand in einen anderen versetzt werden muss (Verlagerung der Trajektorie aus einem Punkt des Phasenraums in einen anderen). Das gewünschte Ergebnis kann innerhalb einer gewissen Zeit durch eine oder mehrere kaum spürbare, geringfügige Beeinflussungen der Systemparameter erzielt werden. Zwar bewirkt eine jede nur eine leichte Veränderung der Trajektorie, aber nach einiger Zeit führt die Anhäufung und exponentielle Verstärkung der leichten Störimpulse zu einer erheblichen Korrektur der Bewegung. Die Trajektorie bleibt dabei auf demselben chaotischen Attraktor. Die Kombination aus Steuerbarkeit und Plastizität ist nach Ansicht vieler Wissenschaftler die Ursache dafür, dass eine chaotische Dynamik die typische Verhaltensweise vieler lebenswichtiger Untersysteme von lebendigen Organismen ist (8).

Beispiel für determiniertes Chaos

Das determinierte Chaos mit Elementen stochastischer Prozesse soll am Beispiel des Herzrhythmus dargestellt werden.

Mathematisch gesehen gibt es zwei Arten von Attraktoren: Der erste ist mit einer Ungleichgewichtsordnung verbunden und wird im Phasenraum als Punkt (Fixpunkt) dargestellt oder als geschlossene Kurve (Grenzyklus), der zweite mit der Entstehung eines determinierten Chaos; er wird dargestellt durch einen begrenzten Bereich des Phasenraums, der mit einer sich kontinuierlich über die Zeit entwickelnden Trajektorie angefüllt ist (seltsamer Attraktor).

Bei Attraktoren der ersten Art entwickeln sich die Prozess-Trajektorien folgendermaßen. Ist ein System stabil, geht die Trajektorie von einem Ausgangspunkt aus und endet entweder in einem Fixpunkt (stabiler Fixpunkt) oder in einem Grenzyklus (stabiler Grenzyklus). Ist ein System instabil, beginnt die Trajektorie entweder in einem Fixpunkt (instabiler Fixpunkt) oder einem Grenzyklus (instabiler Grenzyklus) und entfernt sich allmählich von seinem Attraktor.

Für das Funktionieren des Organismus ist das determinierte Chaos die Norm und Anzeichen für Gesundheit, während Geordnetheit von einer Pathologie zeugt. Die Herzkontraktionen eines gesunden Menschen entbehren einer strengen Periodizität, ihre Trajektorien im Phasenraum bilden einen chaotischen bzw. seltsamen Attraktor. Die Untersuchung der Kardiogramme von Patienten mit Herzerkrankungen zeigte, dass in einem Fall 8 Tage vor Eintreten eines plötzlichen Herzstillstands ein Attraktor in Form eines Grenzyklus aufgetreten war. Bei einem anderen schwerkranken Patienten mit fadenförmigem Puls wurde 13 Stunden vor Herzstillstand ein punktförmiger Attraktor des Herzrhythmus festgestellt. Einen bestimmten Grad an Chaos und Unregelmäßigkeit der Herztätigkeit lässt sich bei gesunden jungen Menschen mit einem großen Potential an adaptiven Reaktionen auf unvorhergesehene Milieuveränderungen feststellen. Im Laufe des Alterungsprozesses und bei Herzerkrankungen wird der Rhythmus der Kontraktionen regelmäßiger und die Reserve an Flexibilität und Adaptionfähigkeit der Reaktionen nimmt ab.

Chaos bedeutet für das Funktionieren eines Organismus in gewissem Maße ein Anzeichen für Gesundheit, während eine strenge Periodizität auf Störungen hinweist.

Pathologisch ist auch ein anderes Extrem, nämlich ein hohes Maß an Chaotisierung bis hin zu Herzflimmern und Einstellung der normalen koordinierten Tätigkeit des Herzmuskels, bei der eine Synchronisierung der Herzkontraktionen mittels Herzschrittmacher oder starker elektrischer Entladung erforderlich wird.

Eine Veränderung des Grads des determinierten Chaos in der Struktur des Herzrhythmus weist auf ein erhöhtes Risiko einer plötzlichen Herzinsuffizienz und des Ablebens hin. Dadurch ist es möglich rechtzeitig, d.h. mindestens 30 – 50 Tage im Voraus, die Gefahr der Entwicklung eines Herzinfarkts, hypertotonischer Krisen und Schlaganfälle vorherzusagen.

Es ist bewiesen, dass unter den zahlreichen Faktoren, von denen die Prozesse der Herzrhythmusregelung abhängen, die Relation von Chaos und Ordnung großen Einfluss hat, die als Kennwert der relativen Entropie ausgedrückt werden kann. Im

Normalzustand strebt dieser Wert den „goldenen Schnitt“ an, der von der Harmonisierung der Herztätigkeit zeugt (2).

Fraktalität biologischer Systeme

Eines der grundlegenden Prinzipien der Biologie ist die Replikation (Verdoppelung) der Erbinformation (Prinzip der sequentiellen Matrix). Der Mechanismus des Matrixkopierens basiert auf dem Prinzip der Komplementarität und der Minimierung der freien Energie von interagierenden Elementen. In biologischen Systemen (im Unterschied zu künstlichen) handelt es sich bei der Vervielfältigung nicht nur um eine Zunahme der Masse und Ordnung auf der Oberfläche einer Matrix, sondern um die Bildung von etwas „Ähnlichem“ unter „Abstoßung“ von Letzterem und dessen Individualisierung. Lebende Materie erzeugt selbstähnliche Matrixstrukturen. Dabei handelt es sich sowohl um gleichartige Moleküle als auch um gleichartige Zellen usw. Jeder dieser gleichartigen Matrixstrukturen stellt ein Fraktal dar. Die strukturelle und funktionale Organisation biologischer System erfolgt auf Basis des Matrix-Prinzips.

Es ist wohl kein Zufall, dass der Leser beim Aufschlagen der Bibel bereits auf den ersten Seiten folgende Worte liest: „... Und Gott sprach: Lasst uns Menschen machen nach unserem Bild, uns ähnlich...“ (Genesis 1, 26).

Ein Fraktal ist eine unregelmäßige selbstähnliche Struktur. Zu den wichtigsten Eigenschaften von Fraktalen zählen ihre Selbstähnlichkeit und ihre gebrochene Dimension.

Da der menschliche Organismus die Eigenschaft der Selbstähnlichkeit auf verschiedenen Ebenen der Systemhierarchie aufweist, werden nachfolgend die wichtigsten Ausprägungen fraktaler Strukturen betrachtet. Es stellt sich die Frage: Was gibt einem biologischen System eine bestimmte Anzahl an selbstähnlichen Strukturelementen? Histologisch gesehen ist es die Identität des Gewebes eines Organs oder einer humoralen Flüssigkeit, was den Grad ihrer Homogenität und die optische Dichte sowie die Anisotropie widerspiegelt. Was aber gibt die Fraktalität dem Organgewebe – den Zellen und Molekülen – bezüglich ihres Funktionierens?



Abb. 11. Beispiele für fraktale und quasifraktale Strukturen

Eine solche Kooperation (Konzentration) aufgrund eines einheitlichen Merkmals für gleichartige Zellen und Moleküle, die man auch als Enantiomere bezeichnet, ermöglicht es, bei relativer Synchronisation der Schwingungen ihrer Strukturen und Prozesse effektiv auf schwache Regelsignale zu reagieren und ausreichend intensive eigene Antwortsignale im System der Kommunikationsbeziehungen und Wechselwirkungen zu bilden. Das System erlangt die Merkmale eines kondensierten Stoffzustands. Davon ausgehend entwickelt sich auch Additivität als Ergebnis des kooperativen, koordinierten Funktionierens. In diesem Falle treten die Merkmale der Kooperation nicht nur aufgrund des Prinzips der komplementären Wechselwirkung auf, sondern auch aufgrund der Menge an gleichartigen Strukturen und Prozessen.

Die Menge gleichartiger Strukturen und Prozesse erzeugt eine Feldkonzentration, die, basierend auf den Prinzipien der Additivität und Superposition der Felder, den Grad der Informationsdichte bzw. den Grad der Entropiedichte widerspiegelt. In der Arbeit der am Vernadskij-Institut für Geochemie und analytische Chemie der Russischen Akademie der Wissenschaften tätigen Wissenschaftler L. A. Gribov und V. I. Baranov „Ot molekul k zhizni“ (Von den Molekülen zum Leben) wird besonders hervorgehoben, dass „... das Prinzip der Komplementarität mit anschließender Konzentration (Verdichtung) der Informationen und dem Auftreten eines einheitlichen gemeinsamen Merkmals das grundlegende Prinzip ist, das die Aufnahme, Übertragung, Verarbeitung und Speicherung von Informationen in der molekularen Welt erklärt.“

Der Hologrammeffekt in biologischen Systemen

Wir haben das in der Biologie geltende Grundprinzip zur Erhaltung und Vervielfältigung der Erbinformationen betrachtet, das auf der Bildung

selbstähnlicher Matrixstrukturen – gleichartiger Moleküle, Zellen usw. - nach dem Fraktalprinzip basiert.

Aufgrund der Fraktalität biologischer Strukturen können sie unter dem Aspekt der Merkmale und Prinzipien, die für die Holografie gelten, betrachtet werden. Eine der Eigenschaften eines Hologramms besteht darin, dass jedes der selbstähnlichen (fraktalen) Fragmente eines Hologramms die Informationen über das gesamte (vollständige) Objekt beinhaltet.

Diese Eigenschaft eines Hologramms kennen viele von dem Beispiel des Phantomeffekts, den S. Kirlian anhand eines Baumblatts demonstrierte. Noch während der ersten Experimente mit gasentladender Visualisierung beschloss Kirlian zu prüfen, wie ein frischer Schnitt eines Blatts von einem beliebigen Baum auf den Aufnahmen aussieht. Zum Erstaunen des Wissenschaftlers zeigte sich auf der Fotoplatte anstelle eines teilweise abgeschnittenen Blatts ein absolut intaktes Blatt. Der Effekt hielt viele Stunden lang an. Erst am nächsten Tag war der abgeschnittene Teil nicht mehr auf dem Negativ zu sehen.

In den 1970er Jahren wurden die Versuche mit dem Fotografieren eines Blatts in einem Hochspannungs- und Hochfrequenzfeld mit streng festgelegten Parametern in vielen Labors der Welt wiederholt. Sie bestätigten den „Blatt-Phantomeffekt“ in Form der leuchtenden Abbildung eines vollständigen Blatts, sogar wenn ein Teil fehlte.

Der „Blatt-Phantomeffekt“ spiegelte im Wesentlichen den Grundsatz des holografischen Gedächtnisses biologischer Objekte wider. Der tatsächlich entfernte Teil des Blatts behielt seine Phantompräsenz auf dem Foto, weil er von den verbliebenen Blattteilen zum Zeitpunkt der Durchführung des Experiments mit einer Gasentladungskamera wiederhergestellt wurde.

Ein solcher holografischer Effekt tritt bei allen selbstähnlichen (fraktalen) biologischen Strukturen auf, die sich eine bestimmte Zeitlang in einem gemeinsamen räumlich-zeitlichen Milieu befunden haben und zwischen denen folglich eine synchrone bzw. kohärente Verbindung bestanden hat. Verändert sich die räumlich-zeitliche Synchronisation, wird diese Verbindung gestört. Das war am Beispiel des Blatts zu beobachten, bei dem mit der Zeit der vorhandene Teil des Blatts das Phantombild des entfernten Teils nicht mehr reproduzierte.

Als allgemein anerkannter Begründer der Holografie, der einen wesentlichen Beitrag zu ihrer Entwicklung geleistet hat, gilt Dennis Gábor, der in seinen Arbeiten zur Verbesserung der Qualität von Abbildungen mit Hilfe eines Elektronenmikroskops 1947 erstmals ein elektronisches Wellenfeld in den optischen

Bereich überführte. Dadurch hat D. Gabor in der Praxis den Nachweis für das grundlegende Prinzip der Einheit der Wellenfelder unterschiedlicher Art erbracht. 1971 erhielt Dennis Gábor „für die Entdeckung und Entwicklung des holografischen Prinzips“ den Physik-Nobelpreis.

Die Entstehung eines Hologramms basiert auf dem Prinzip, dass man in einem bestimmten Raumbereich durch Addition mehrerer elektromagnetischer Wellen, die unterschiedlich in der Phase, aber ähnlich in der Frequenz sind, ein Interferenzbild erhält. Das Interferenzbild wandelt die Phasenverhältnisse der Wellen in Amplitudenverhältnisse um. Zum Festhalten der Amplitude eignet sich ein gewöhnlicher Fotofilm, der die Amplitude registriert und ihre Werte in die entsprechende Dunkelfärbung der Fotoemulsion umwandelt. Wird eine solche Platte (Interferenzbild) mit einer Welle beleuchtet, die der nahekammt, mit der das reale Objekt im Moment seiner Aufzeichnung auf den Film beleuchtet wurde, so reproduziert man ein Phantomabbild dieses Objekts. Trotz des Effekts der räumlichen Wiedergabe wird ein solches Hologramm üblicherweise als zweidimensional bezeichnet, da das Interferenzbild in der Ebene des Fixierungsmilieus gebildet wird, zum Beispiel eines Fotoemulsionsfilms.

Einen großen Beitrag zur Entwicklung der Optik und der Holografie leistete der in der Sowjetunion geborene russische Physiker Jurij Nikolaevič Denisjuk, der 1962 die Möglichkeit der dreidimensionalen Aufzeichnung eines Hologramms nachwies. J. N. Denisjuk erbrachte den Beweis, dass ein zweidimensionales Hologramm lediglich einen Teil der Merkmale eines dreidimensionalen materiellen Modells enthält. Ein dreidimensionales Hologramm hingegen ist in der Lage, neben der komplexen Amplitude der Objektwelle auch deren Spektralzusammensetzung wiederherzustellen und folglich Informationen über die chemische Zusammensetzung zu reproduzieren. Mit der von J. N. Denisjuk verwendeten Fotoplatte mit einer dicken Emulsionsschicht konnte man nicht nur die Form, sondern auch die ursprüngliche Farbe eines Gegenstands und seine chemische Zusammensetzung zu reproduzieren.

In der Folgezeit konnte der Wissenschaftler Van Heerden nachweisen, dass man mit der dreidimensionalen Holografie die Dichte der Informationsaufzeichnung erheblich erhöhen und die Zahl der unabhängigen Wellenfelder, die gleichzeitig von ein und demselben Hologramm aufgezeichnet und reproduziert werden, stark vergrößern kann [18]. Das bedeutet, dass es ein dreidimensionales Hologramm ermöglicht, in ein und demselben räumlichen Milieu eine Vielzahl unterschiedlicher Objekte zu fixieren, die sich nicht vermischen und später separat reproduziert

werden können. Dadurch ist auch die erhöhte Dichte der Informationsaufzeichnung bedingt. Die CME-Technologie nutzt dieses physikalische Prinzip sowohl bei der Informationsaufzeichnung als auch bei der kompensatorischen Korrektur. Bei der Informationsaufzeichnung sind die Voraussetzungen durch die Übereinstimmung der Strahlungsphasen der elektrischen Feldstärke gleichartiger Strukturen und den Versatz der Strahlungsphasen zwischen unterschiedlichen Strukturen gegeben. Bei der kompensatorischen Korrektur mit CME können gleichzeitig bis zu 27 Marker aktiviert werden, da die entstehenden und reproduzierten Parameter der elektrischen Feldstärke der Marker technisch nach Phasen getrennt sind und sich somit nicht überlagern. Jeder der 27 Marker ist nur bei phasengleichen, strukturell gleichartigen Objekten, Systemen und Prozessen komplementär wirksam.

Eine Reihe von Wissenschaftlern hat in ihren Arbeiten (19-21) gezeigt, dass ein dreidimensionales Hologramm nicht nur die Spektralverteilung des zur Hologrammaufzeichnung genutzten Wellenfelds reproduzieren kann, sondern auch die vollständige Zeitablenkung eines optischen Signals, einschließlich Amplitude und Schwingungsphase.

Aufgrund der Existenz einer solchen Dynamik der realen physiologischen Prozesse nimmt die Informationsdichte eines dynamischen (sich über die Zeit verändernden) dreidimensionalen Hologramms erheblich zu.

Es ist zu betonen, dass nur ein dreidimensionales Hologramm in der Lage ist, Informationen über die chemische Zusammensetzung eines Stoffs zu beinhalten.

Da der menschliche Organismus über die Eigenschaft der Selbstähnlichkeit auf den verschiedenen Ebenen der Systemhierarchie verfügt, gelten die Merkmale und Prinzipien der „Holografität“ auch für alle mit diesem Phänomen verbundenen Strukturebenen und Informationssysteme.

Die Bedeutung von Bifurkationen und Fluktuationen für die Steuerung der Dynamik biologischer Systeme

Die Konzentration der Informationsdichte hängt von der Menge gleichartiger Strukturen ab. Somit ist eine der notwendigen Voraussetzungen für informationelle Interaktionen in biologischen Systeme ihre Fraktalität. Die Grundlage sowohl der strukturellen und systemischen Organisation biologischer Systeme als auch für deren Funktionieren und Steuerung bildet ein multidimensionales Fraktal. Wenn man die Fraktale biologischer Systeme nicht statisch, sondern dynamisch (in ihrer zeitlichen Evolution) betrachtet, so ist die dynamische Entsprechung des Fraktals das Chaos (Ein konkretes Fraktal ist die Momentaufnahme eines chaotischen Prozesses).

Einerseits beschreibt das Chaos den Zustand äußerster Unvorhersehbarkeit in einem dynamischen System, andererseits beschreibt die Fraktalität eines solchen chaotischen Prozesses eine extreme Unregelmäßigkeit oder Zerklüftung, die einer geometrischen Konfiguration eigen ist. Es sei noch einmal betont, dass chaotische Prozesse und die ihnen entsprechenden seltsamen Attraktoren aufgrund ihrer relativen Reproduzierbarkeit eine fraktale Struktur haben. Bei einem dynamischen Chaos entsteht eine gewisse Abfolge chaotischer Bewegungen, die sich in einer bestimmten Ordnung abwechseln, die sogenannte Bifurkationskette seltsamer Attraktoren. Im Umkreis der Bifurkationspunkte spielen interne oder externe Fluktuationen eine wesentliche Rolle. Der Übergang zu einem neuen Zustand unter der Einwirkung von Fluktuation wird als Phänomen der Bifurkation bezeichnet.

Bifurkation bezeichnet eine Gabelung, Teilung, Verzweigung. Es handelt sich um den Zustand eines Prozesses in einem dynamischen System, bei dem die Fluktuationen stark ansteigen und dessen Verlassen in zwei schwer vorhersehbaren Richtungen möglich ist, der chaotischen und der geordneten.

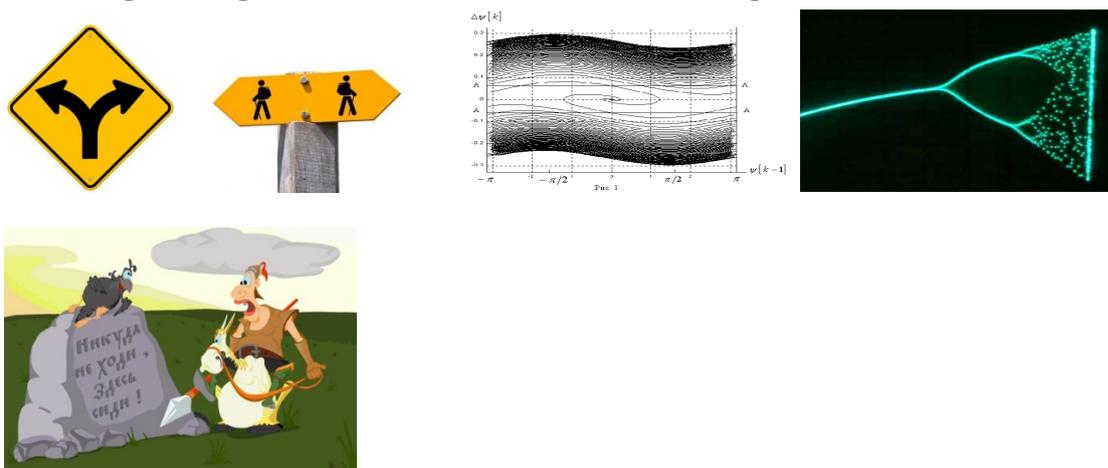


Abb. 12. Beispiele für Bifurkationsprozesse und Bifurkationspunkte

Unter einem Bifurkationspunkt versteht man den kritischen Zustand eines Systems, bei dem das System bezüglich Fluktuationen instabil wird und die Ungewissheit entsteht, ob der Zustand des Systems chaotisch wird, oder ob es auf ein neues differenzierteres und höheres Niveau der Geordnetheit übergeht. Der Begriff stammt aus der Theorie der Selbstorganisation.

Prof. Elena Borisovna Burlakova, Doktor der Biologie, Stellv. Direktorin und Laborleiterin des N. M. Emanuel-Instituts für biochemische Physik (IBCP RAS), die viele Jahre lang die Eigenschaften, Effekte und Mechanismen der Wirkung kleiner und extrem kleiner Dosen unterschiedlicher Natur auf biologische Objekte untersucht hat, betont, dass „schwache Einwirkungen die wichtigste Rolle bei den

sogenannten Bifurkationsübergängen von Systemen in einen neuen Zustand spielen. Während solcher Übergänge steigt die Rolle der Fluktuationen, von denen es abhängt, in welchen der zahlreichen möglichen Zustände ein System übergeht. Bei solchen Einwirkungen funktionieren die Adaptationssysteme nicht, da ein Organismus sich nur an „gewohnte“ Einwirkungen anpassen kann, die im üblichen Intensitätsbereich liegen. Das bedeutet, dass die Steuerung der internen und externen Regulatoren gestört wird und sich die Relation der positiven und negativen Rückkoppelungen sowie die Beziehungen zwischen den Populationen und letztendlich die Prozesse der Homöostase und der Entwicklung verändern. Der permanente Einfluss dieser Faktoren oder das lange „Gedächtnis“ des Systems bezüglich dieser Einwirkungen tragen dazu bei, dass schwache Einwirkungen eine entscheidende Rolle dabei spielen, wenn das komplette System die kritischen Bifurkationspunkte passiert.“

Wie Elena Burlakova betont, sind diese Eigenschaften und Effekte bei geringen und extrem geringen Dosen sowohl für Stoffe als auch für elektrische, magnetische und elektromagnetische Strahlungen typisch.

Für dynamische Systeme, die von einem bestimmten Parameter abhängen, ist in der Regel die gleitende Veränderung des Verhaltens des Systems bei Veränderung dieses Parameters charakteristisch. Für den Parameter selbst kann es jedoch einen kritischen Bifurkationswert geben, bei dessen Passieren der Attraktor eines Systems einen qualitativen Umbau erfährt und die Dynamik des gesamten Systems sich entsprechend stark verändert, zum Beispiel an Stabilität verliert. Dieses Prinzip der Entstehung eines kritischen (Bifurkations-)Werts des Parameters, der die Systemattraktoren steuert, wird realisiert durch maximale Annäherung seiner Größe mittels Einbeziehung des Referenzmarkers für den Prozess aus der CME-Datenbank in den Parameter (Steuersignal).

Da ein Attraktor die Linie der maximalen Stärke eines dynamischen Systems darstellt, erfolgt in den Bifurkationspunkten eine Abschwächung des Systemattraktors.

Bei der kompensatorischen Korrektur mit CME bildet ein vom Gerät kommendes Signal Fluktuationen, die den zu regulierenden Prozess beeinflussen, wobei der Grad seiner Ordnung, und in manchen Fällen und unter bestimmten Voraussetzungen auch seine Ausrichtung (Bifurkation des Systems) verändert wird. Die Ergebnisse dieser Veränderungen üben einen positiven Einfluss auf die Dynamik eines physiologischen Prozesses aus, indem sie diesen an den normalen funktionalen Prozess annähern. Mit CME kann man extrapolieren (mathematisch berechnen und

vorhersagen), mit welcher Wahrscheinlichkeit und in welchem Zeitintervall ein regulierter Prozess sich an die individuelle Norm annähern wird. Diese Funktion ist im Abschnitt „Der Schritt der kompensatorischen Korrektur“ beschrieben.

Es ist anzumerken, dass für dissipative Strukturen, wie biologische Systeme sie darstellen, eine dynamische Stabilität charakteristisch ist, die gleichzeitig strukturell und funktional ist. Deshalb ist es möglich, mit den Methoden zur Steuerung dynamischer Prozesse in CME durch Veränderung der dynamischen Stabilität eines Systems und dessen Überführung in einen anderen stabilen dynamischen Zustand sowohl eine funktionale als auch eine strukturelle Korrektur eines biologischen Systems zu erreichen.

Besonders zu betonen ist der Umstand, dass die Prozesse des nichtdeterminierten Chaos in biologischen Systemen praktisch unbeachtet bleiben.

Nichtdeterminiertes Chaos

Nichtdeterminiert bedeutet zufällig, stochastisch.

Wäre eine zu übertragende Nachricht determiniert, d.h. im Voraus mit absoluter Sicherheit bekannt, dann hätte ihre Übertragung keinen Sinn. Eine solche determinierte Nachricht enthält keine Informationen. Daher sind Nachrichten als zufällige Ereignisse (oder zufällige Größen, zufällige Funktionen) zu betrachten. Mit anderen Worten, es muss eine bestimmte Menge an Nachrichtenvarianten geben (zum Beispiel eine Vielzahl unterschiedlicher Temperaturwerte, die von einem Sensor geliefert werden), von denen eine mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit zutrifft. Daher ist ein Signal auch eine Zufallsfunktion. Ein determiniertes Signal kann nicht Träger von Informationen sein. Man kann es nur zum Testen eines Kommunikationssystems oder seiner einzelnen Elemente nutzen.

Der zufällige Charakter von Nachrichten, Signalen sowie Störungen bedingt die große Bedeutung der Wahrscheinlichkeitstheorie bei der Entwicklung der Kommunikationstheorie. Wie nachfolgend aufgezeigt wird, kann man anhand der Wahrscheinlichkeitsmerkmale von Signalen und Nachrichten sowie des Milieus, in dem die Übertragung erfolgt, die Menge der übertragenen Informationen und ihre Verluste bestimmen.

Die Theorie der Quantenentropielogik lässt die grundsätzliche Möglichkeit der Vorhersage bevorstehender Ereignisse bei Nichtvorhandensein von Ausgangsinformationen zu (nichtlineare Prognostizierung).

Ein elementares Beispiel für eine nichtlineare Prognostizierung ist die Lösung der arithmetischen Gleichung $2 \times 2 = 4$

Bei der nichtlinearen Prognostizierung, wenn es keine Ausgangsinformationen gibt, besteht die Schlüsselvoraussetzung in der Annahme des Ergebnisses (oder Wahrscheinlichkeit des Ergebnisses). In der Terminologie der nichtlinearen Prognostizierung kann die oben angegebene Gleichung als etwas Unbekanntes x_1 , multipliziert mit etwas Bekanntem x_2 , ergibt 4 ausgedrückt werden.

Diese Möglichkeit wird in der CME-Technologie bei der Prognose der individuellen Wirksamkeit der kompensatorischen Korrektur und der erforderlichen Häufigkeit der Anwendungen eingesetzt.

Die Untersuchung dynamischer Systeme mit diskontinuierlichen Zeitableitung half dem Physiker Mike Jeffrey von der Universität Bristol dabei, eine neue Chaosart zu entdecken. Er studierte das Verhalten eines Systems in beinahe kritischen Fällen. Der Wissenschaftler stellte fest, dass in den Fällen, in denen die Systemparameter die kritischen Werte nicht erreichen, sondern nur in deren Bereich schwanken, das System beginnt sich zufallsmäßig zu verhalten.

Nur wenn man das Verhalten eines Systems unter den Bedingungen des nichtdeterminierten Chaos berücksichtigt, ergibt sich die Möglichkeit der Beschreibung sämtlicher im Organismus ablaufender Prozesse, da im Organismus die dissipativen Strukturen im Zustand instabiler Ungleichgewichtsprozesse vorliegen, d.h. unter Bedingungen, bei denen externe oder interne Faktoren den Ablauf dieser Prozesse in dissipativen Systemen beeinflussen.

Synchronisation als Kriterium für das Ordnen der Struktur und Prozesse biologischer Systeme

Die Fraktalität biologischer Systeme als ein wichtiges Kriterium, von dem die Informationsdichte eines Systems abhängt, wurde bereits betrachtet. Gleichzeitig hängt die Informationsdichte eines Systems von der Synchronität der Bewegung seiner gleichartigen Elemente (Strukturen) ab. Aus dem Gesagten folgt: Wenn die Architektur der Strahlung biologischer Objekte mit der Synchronisation bestimmter biochemischer Prozesse zusammenhängt, dann liegt auf der Hand, dass eine Störung in der Synchronisation unweigerlich zu einer Veränderung der Konfiguration des elektrischen Felds der gesamten Struktur führt.

An dieser Stelle ist es angebracht, einen Vergleich mit der Antennentechnik zu ziehen. Bei synchronisierten Emittlern hängt die räumliche Ausbreitung der

ausgestrahlten Leistung unmittelbar von deren Anzahl und von der Ausgangsphase der Welle eines jeden einzelnen Emitters ab.

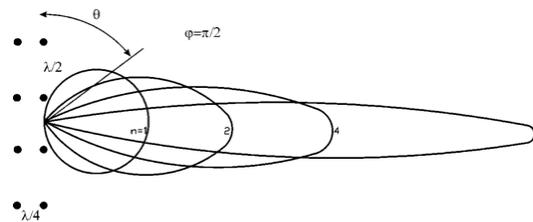


Abb. 13. Veränderung des Richtungsdiagramms phasierter Quellen in Abhängigkeit von deren Anzahl

Die Tendenz zur Synchronisierung ist charakteristisch für das Verhalten eines breiten Spektrums an natürlichen und technischen Objekten unterschiedlicher Art. Man kann dieses Phänomen als eine Form der Selbstorganisation der Materie betrachten, als eine Tendenz dynamischer Systeme zu geordnetem Verhalten. „Die Selbstsynchronisation physiologischer Schwingungsprozesse ist der wichtigste Mechanismus ihrer Selbstorganisation.“ (11).

Prinzip des Abgreifens und der Bildung eines Steuersignals bei der kompensatorischen CME-Korrektur

Lassen Sie uns nun betrachten, wie die oben erläuterten Begriffe bei der Evaluation des Zustands (der Synchronisation) eines biologischen Systems praktisch angewandt werden können und wie man folglich die Parameter dieses Systems steuern kann. Es sei daran erinnert, dass das wichtigste physikalische Signal, das mit CME registriert wird, die elektrische Feldstärke ist, deren Verteilungsdichte sich mit einer bestimmten Dynamik verändert. Diese Parameter liefern die Informationen über die realen physiologischen Prozesse, die in einem biologischen Objekt ablaufen. Zwischen den betrachteten Systemcharakteristika besteht folgende Reihenfolge der Differenzialverbindungen:

- Erste Geschwindigkeitsableitung - Beschleunigung.
- Zweite Geschwindigkeitsableitung - Entropie.
- Dritte Geschwindigkeitsableitung - Synchronisation.

Zur Bestimmung der Entropie eines Systems (Grad des Chaos in einem System) ist die zweite Ableitung von der Veränderungsgeschwindigkeit der elektrischen Feldstärke zu berechnen. Zur Beurteilung des Synchronisationsgrads der Prozesse in einem System ist jedoch die dritte Geschwindigkeitsableitung zu berechnen.

Es stellt sich die Frage, wie es bei einer solchen Anzahl zufälliger Systemparameter möglich ist, einen Mechanismus zur Steuerung dieser nichtdeterminierten, instabilen, im Ungleichgewicht befindlichen Prozesse zu realisieren. Wie erhält man unter diesen Bedingungen ein Steuersignal mit den erforderlichen räumlich-zeitlichen Charakteristika?

Die technische Lösung kann wie folgt aussehen: Das Gerät zum Generieren des Steuersignals besteht aus zwei asynchronen Zufallszahlengeneratoren, von denen einer der determinierte chaotische CME-Generator ist und der andere Generator das reale nichtdeterminierte chaotische Eingangssignal, das von einem biologischen Objekt abgegriffen wird. Der Prozessmarker, der für die kompensatorische Korrektur genutzt wird, fungiert als Synchronisator dieser beiden Zufallszahlengeneratoren. Zu einem bestimmten Zeitpunkt der Aktivität dieser Generatoren entsteht ein Punkt (Bereich), an dem es zur Überschneidung mit der Linie des seltsamen Attraktors des realen Prozesses kommt. An diesem Punkt gibt es die maximale Übereinstimmung der realen Größe, die den zu steuernden Prozess beeinflussen kann. In dieser Situation kommt es zur Synchronisation der Prozesse bezüglich der Raum- und Geschwindigkeitskennwerte der elektrischen Feldstärke (analog), die an der kompensatorischen Korrektur beteiligt sind.

Da die realen Prozesse in Raum und Zeit ablaufen, stellt ihre mathematische Form – seltsame Attraktoren – Lissajous-Figuren dar. Während der Synchronisation der beiden Prozesse (des externen, vom biologischen Objekt abgegriffenen, und des internen von CME, der diesen Prozess korrigiert) überschneiden sich die zwei auf unterschiedlichen Ebenen befindlichen Lissajous-Figuren auf einer Ebene, die ein Oval darstellt. Bei vollständiger Synchronisation der beiden Prozesse ist die Schnittenebene ein Kreis, und schließlich werden die beiden Prozesse kreisförmig und bewegen sich in einer Ebene.

Die Lissajous-Figuren stellen geschlossene Trajektorien dar, gezogen durch einen Punkt, der gleichzeitig zwei harmonische Schwingungen in zwei perpendicularen Richtungen ausführt. Sie wurden erstmals von dem französischen Wissenschaftler Jules Antoine Lissajous untersucht. Die Art der Figuren hängt von der Relation zwischen den Perioden (Frequenzen), Phasen und Amplituden der beiden Schwingungen ab. Im einfachsten Fall der Periodengleichheit stellen die Figuren Ellipsen dar, die bei einer Phasendifferenz von 0 oder π zu geraden Teilstücken werden und bei einer Phasendifferenz von $\pi/2$ und Gleichheit der Amplituden einen Kreisbogen bilden. Wenn die Perioden beider Schwingungen nicht exakt übereinstimmen, ändert sich die Phasendifferenz ständig, weshalb die Ellipse

permanent deformiert wird. Bei stark unterschiedlichen Perioden lassen sich keine Lissajous-Figuren beobachten.

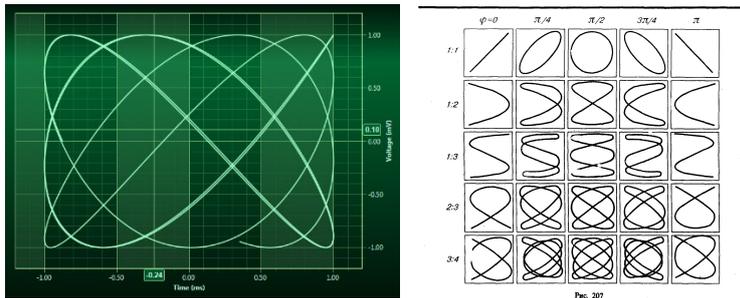


Abb. 14. Lissajous-Figuren

Der vorherige Satz besagt, dass wenn sich zwei Prozesse erheblich voneinander unterscheiden, keine Lissajous-Figuren auftreten und es folglich keine optimale Lösung für die Prozess-Synchronisation gibt und kein Steuersignal für die kompensatorische Korrektur gebildet wird.

Das folgende ist ein häufig vorkommendes Beispiel aus dem Bereich der elektrotechnischen Messungen und Einstellungen. Gibt man auf die Eingänge X und Y eines Oszillographen Signale mit ähnlicher Frequenz, so sieht man auf dem Bildschirm Lissajous-Figuren. Diese Methode findet breite Anwendung zum Frequenzvergleich zweier Signalquellen und zur Anpassung einer Quelle an die Frequenz einer anderen. Wenn die Frequenzen ähnlich, aber nicht gleich sind, dreht sich die Figur auf dem Bildschirm, wobei sich die Rotationszeit zur Frequenzdifferenz der Signale umgekehrt verhält. Wenn zum Beispiel eine Rotationsperiode zwei Sekunden dauert, beträgt die Frequenzdifferenz der Signale 0,5 Hz. Theoretisch müsste die Figur bei gleicher Frequenz in jeder Phase unbeweglich erstarren, aber in der Realität zittert die Abbildung auf dem Display des Oszillographen gewöhnlich leicht aufgrund kurzzeitiger Signalinstabilitäten. Zum Vergleichen kann man nicht nur gleiche Frequenzen heranziehen, sondern auch solche, die sich in einem geradzahligen Verhältnis befinden, wenn zum Beispiel die Referenzquelle eine Frequenz von 5 MHz erzeugt und die zu justierende Quelle 2,5 MHz haben soll.

Ein anderes, einfacheres Beispiel ist die Überschneidung der Schwingungstrajektorien von zwei asynchronen (aperiodischen) Pendeln mit unterschiedlicher Aufhängungslänge, die auf verschiedenen orthogonalen Ebenen liegen. Die Bewegungsbahnen der Pendel entsprechen den oben betrachteten Bedingungen. Weitere Faktoren der Synchronisation ihrer Schwingungen und folglich der Übereinstimmung der Bewegungsbahnen gibt es nicht. Dennoch kommt es zu einem bestimmten Zeitpunkt zeitlich zufällig dazu, dass sie sich in einem Punkt

überschneiden. Die ist der Punkt der maximalen Übereinstimmung zweier räumlich-zeitlicher Prozesse. Und dieser Punkt hat die Parameter eines Steuersignals.

Eine weitere Entsprechung lässt sich in der Natur am Beispiel von zwei nahe beieinander liegender Ameisenhaufen beobachten. Wenn aus irgendwelchen Gründen die Ameisen des einen Ameisenhaufens gemeinsam eine größere Aktivität entwickeln, dann kommt es aufgrund einer gewissen Überschneidung des Milieus ihrer Lebenstätigkeit dazu, dass sich die gesteigerte Aktivität (positive Beschleunigung) der Ameisen aus dem ersten Ameisenhaufen auf die Ameisen des zweiten überträgt. Somit bewirkt die Bewegung des einen Ameisenhaufens eine Bewegung und Aktivierung des anderen. Und zu einem bestimmten Zeitpunkt entwickeln die beiden Systeme eine relativ synchrone Aktivität und werden somit dynamisch stabil. Im umgekehrten Fall löst das Abklingen der Aktivität (negative Beschleunigung) der Ameisen aus dem einen Ameisenhaufen eine Abschwächung der Aktivität im anderen aus, und nach einiger Zeit balanciert sich die Aktivität wieder gegenseitig aus.

Es wurde die Frage der Synchronisation zweier zufälliger Prozesse – eines externen Signals von einem biologischen Objekt und eines internen Signals, das von CME zur kompensatorischen Korrektur gebildet wird, angesprochen, und als synchronisierender Faktor wurde der Marker genannt, der das Schlüsselement bei der Bildung des Steuersignals ist. Was genau ist ein Marker aus der Datenbank von CME? Ein Marker ist ein Signal, das durch Abgreifen (Aufzeichnung) des analogen Werts der elektrischen Feldstärke eines Referenzstoffs gewonnen wird und in digitaler Form in der CME-Datenbank gespeichert wird. Die CME-Datenbank der Marker ist sehr umfangreich und wird ständig ergänzt. Hinsichtlich eines konkreten zu regelnden Prozesses bildet ein Marker aus der Datenbank die Basis für das allgemeine regulierende Steuersignal, das unter nichtlinearen, nichtdeterminierten, stochastischen Prozessbedingungen von verschiedenen Geräuschen überlagert ist. Gleichzeitig wird es nach dem oben beschriebenen Mechanismus versuchen, den Prozess mit einer maximalen Übereinstimmung des externen und des internen Signals zu synchronisieren. Eine solche Synchronisation unter Beteiligung eines Markers läuft darauf hinaus, dass am Ausgang des CME-Emitters eine elektrische Feldstärke mit einer bestimmten dynamischen räumlichen Konfiguration und Dichte gebildet wird, die sich mit einer bestimmten Geschwindigkeit und Beschleunigung verändern, die nur für dieses regulierende Steuersignal charakteristisch ist, bei dem der konkrete Marker berücksichtigt ist.

Bei der Erfassung des Spektrums wirken die biologischen Strukturen des Organismus mittels Bildung eines mehrdimensionalen Hologramms des elektrodynamischen Vektorpotentials auf die biosensorischen Eingänge des Sensors ein, wodurch eine digitale, räumliche Matrix von Koeffizienten entsteht zur weiteren Verarbeitung und Analyse mit der für CME entwickelten Software ERI (Beschreibung des Mechanismus s. oben).

Bei der kompensatorischen Korrektur der aktuellen Prozesse und Zustände des Organismus eines Patienten sieht der Ablauf wie folgt aus: Der anwendende Arzt erfasst das individuelle Spektrum des Patienten und bestimmt die momentan akutesten Zustände und Prozesse. Die für CME entwickelte Software ERI verarbeitet das Patientenspektrum digital nach einem speziellen Algorithmus und generiert ein kompensatorisches, korrigierendes Spektrum, das analog auf die Ausgänge des Sensors gegeben wird. Dieses am Sensor gebildete Signal stellt das elektrodynamische Vektorpotential (elektrische Feldstärke) dar, das unter Berücksichtigung des Korridors der zu kompensierenden und regulierenden Parameter des Patienten innerhalb einer Sitzung regulierend auf die Prozesshierarchie im Organismus einwirkt. (s. Kapitel Entropie). Zur Online-Kontrolle der Veränderung der elektrodynamischen Patientenparameter kommt das Feedback-Prinzip zur Anwendung, bei dem im Laufe der Behandlung das veränderte Spektrum des Patienten mehrfach erfasst wird sowie der Grad der Veränderung ständig bewertet und mit dem Ausgangsspektrum verglichen wird. Gleichzeitig erfolgt die Synchronisation und Optimierung der Dynamik sowie der Verteilungsdichte der Strukturen und Prozesse. Das einwirkende und korrigierende Signal verstärkt indirekt die normalen hypoergischen Prozesse. Und im Falle von hyperergischen Prozessen wird deren pathologische Aktivität durch räumliche Inversion und Reversierung der Feldstärke am CME-Sensor gemindert.

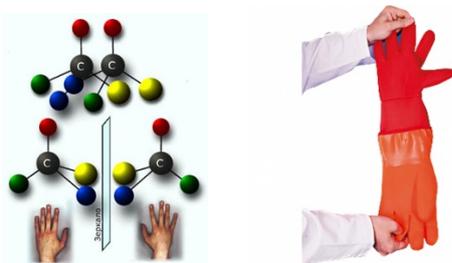


Abb. 15. Räumliche Inversion

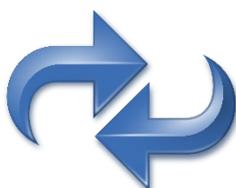


Abb. 16. Reversierung



Abb. 17. Bauteile des Geräts zur Reversierung

Zur Kompensation der Prozesse können zusätzlich Marker aus der CME-Datenbank verwendet werden, die das räumlich verteilte elektrische Feldsignal, das am CME-Sensor gebildet wird, modulieren und in dieses integriert werden. Die Marker bilden bei analoger Darstellung des elektrischen Felds (am Ausgang des CME-Sensors) eine mehrdimensionale, räumlich verteilte Struktur der elektrischen Feldstärke von Referenzprozessen und Präparaten.

Dynamische Polarisation

Während einer Sitzung zur kompensatorischen Korrektur können maximal 27 Marker zum Einsatz kommen. Es stellt sich zurecht die Frage, ob es während einer solchen Behandlung nicht zu einer Überlagerung (Interferenz) der Marker kommen kann. Um das zu vermeiden, wurde vom Entwickler das Prinzip gewählt, dass am Sensorausgang Marker mit unterschiedlicher Polarisation gebildet werden, wodurch eine Interferenz der Marker ausgeschlossen ist. Die Marker stellen bei analoger Form des elektrischen Felds am Ausgang des CME-Sensors eine mehrdimensionale, dynamisch polarisierte, räumlich verteilte Struktur der elektrischen Feldstärke dar. Bei der dynamischen Polarisation verändern sich mit der Zeit die Polarisations Ebene und der Polarisationsgradient in Abhängigkeit von der Differenz zwischen dem stabilen Marker aus der Datenbank und dem Marker des Menschen für den jeweiligen Korrekturbereich.

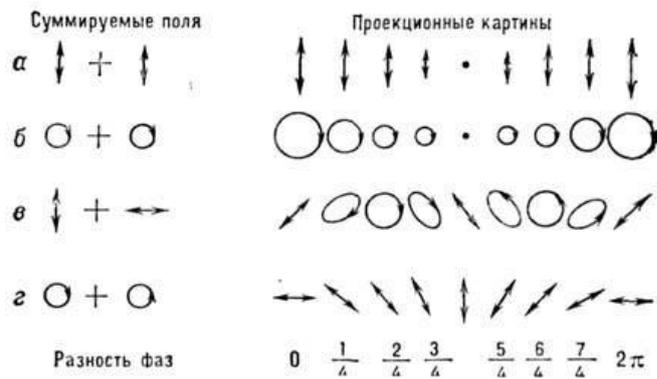
Bei der Addition von Wellen mit einer parallelen Polarisation kommt es bekanntlich nur zu einer Modulation der Intensität (Interferenzbild), was in der skalaren Holografie Anwendung findet. Bei der Addition von Wellen mit einer orthogonalen Polarisation erfolgt die Modulation des Polarisationszustands ohne Modulation der Intensität.

Begriffe auf der Abbildung:

Addierte Felder

Projektionsbilder

Phasendifferenz



Stellt man sich die Polarisation als eine spiralförmige Welle vor, so gibt der Polarisationsgradient einer solchen Welle den Grad der Verdrehung der Welle an, d.h. die unterschiedliche Steigung der Spirale. Die Verdrehung ist die Relation zwischen der Steigung einer Spirale und der Wellenlänge. Zwei Spiralen mit unterschiedlicher Steigung und darüber hinaus mit unterschiedlicher Polarisation interferieren nicht.

Die Natur verwendet schon lange einen solchen Mechanismus zur Trennung von Informationssignalen. Man denke nur an Eiweißmoleküle, die jeweils einen individuellen Drehimpuls haben. Dieser Unterschied in der molekularen Welt der lebendigen Natur verhindert, dass Signale gleichartiger Moleküle mit demselben Drehimpuls Moleküle mit einem anderen Drehimpuls, die sich im selben anisotropen Matrixmilieu befinden, stören.



Abb. 18. Die gewundene Wellenfront mit einem Drehimpuls ungleich Null erinnert an Fusilli-Nudeln

Der kondensierte Zustand von Information und Materie. Nichtlokalität und Quantenphänomene in der Makro- und Mikrowelt

Bei der CME-Technik hat der Sensor zur Erfassung der elektrischen Feldstärke keinen direkten Kontakt mit der Hautoberfläche der zu untersuchenden Person. Mit dem verwendeten dielektrischen Material (Papier, Stoff...) können die auf der Haut vorhandenen statischen Oberflächenströme und Ladungen abgetrennt werden.

Dabei ist die Elektronik (Mikrochip) des Sensors so empfindlich, dass man die Feldstärke bei einem Abstand von bis zu 5 cm von der Haut messen kann. Das gilt auch für die kompensatorische Korrektur. Schon allein diese Tatsache weist auf den Fernmechanismus der Interaktion von biologischem Objekt und CME-Sensor hin. Es gibt jedoch noch einen tiefergehenden Mechanismus der Ferninteraktion auf der Quantenebene biologischer Strukturen und Systeme. Dieser Mechanismus hat einen nichtlokalen Charakter der Interaktion unter der Voraussetzung, dass Informationen und Materie zwischen den biologischen Quantenobjekten in kondensiertem Zustand vorliegen.

Die Physik des kondensierten Zustands ist ein großes Gebiet der Physik, das sich mit dem Verhalten komplexer Systeme, d.h. Systeme mit einer großen Anzahl an Freiheitsgraden und einer starken Bindung zwischen den Teilchen in solchen Systemen befasst. Eine grundsätzliche Besonderheit der Quantensysteme besteht darin, dass die Dynamik (Evolution) ihres Verhaltens, zum Beispiel der Reaktion auf eine Einwirkung von außen, sich sofort auf das gesamte System auswirkt und folglich auf alle seine Bestandteile, unabhängig von der Entfernung zwischen diesen.

Ein solcher Mechanismus der Interaktion von Quantenteilchen eines Systems wird als nichtlokal bezeichnet, da die Quantenteilchen nicht an einer konkreten Stelle des Systems lokalisiert sind und sehr weit voneinander entfernt sein können. Und da in der Quantenmechanik ein Teilchen als Welle dargestellt wird, ist es an keinem Punkt im Raum lokalisiert.

Die Nichtlokalität ist ein Merkmal mit Bezug zur Informationsübertragung. Man versteht darunter die spontane Reaktion von Teilchen (oder Systemen) in Form der Veränderung der Parameter eines Teilchens bei Veränderung der Parameter eines anderen, unabhängig davon, wie weit die Teilchen (oder Systeme) voneinander entfernt sind.

Bereits 1935 formulierte Albert Einstein das Paradoxon, dass „entgegen den Regeln der Wahrscheinlichkeitstheorie die Gleichungen der Quantenmechanik auf eine spontane Verbindung sämtlicher Teile des Weltganzen hinweisen“.

Die Grenzen der Anwendbarkeit der Gesetze der klassischen Physik und der Quantenphysik bei der Beschreibung der Effekte und Merkmale biologischer Makro- und Mikroobjekte

Die klassische Physik betrachtet die Strahlung als Emission von elektromagnetischen Wellen durch beschleunigte elektrische Ladungen. Die klassische Theorie hat zahlreiche charakteristische Merkmale der

Strahlungsprozesse erklärt, aber sie war bei einer Reihe von Phänomenen, vor allem der Wärmestrahlung von Körpern und der Strahlung von Mikrosystemen (Atomen und Molekülen) nicht in der Lage sie zufriedenstellend zu beschreiben. Eine solche Beschreibung gelang erst im Rahmen der Quantentheorie der Strahlung, die zeigte, dass Strahlung die Erzeugung von Photonen bei einer Zustandsveränderung von Quantensystemen (z.B. Atomen) ist. Durch die Quantentheorie, die tiefer in die Natur der Strahlung eingedrungen ist, wurden gleichzeitig auch die Grenzen der Anwendbarkeit der klassischen Theorie aufgezeigt: Letztere stellt häufig eine sehr gute Annäherung bei der Beschreibung der Strahlung dar und bildet weiterhin die theoretische Grundlage zum Beispiel von der Radiotechnik.

Wie Physiker festgestellt haben, funktioniert die Quantenmechanik in der Makrowelt praktisch nicht und gilt nur für Objekte, die nicht größer als Atome und geladene Teilchen (Moleküle) sind, da bei größeren Objekten die Schwerkraft wirkt, die sich in der heterogenen Verlangsamung des Zeitverlaufs äußert. Gemäß der allgemeinen Relativitätstheorie von Einstein läuft die Zeit bei Vorhandensein von Gravitationsfeldern heterogen. Je stärker das Feld, desto langsamer läuft die Zeit. Unter den Bedingungen der Schwerkraft werden die kohärenten Bindungen zwischen Objekten eines Systems mit großer Masse zerstört und beginnen davon abzuhängen, in welchem Abstand sich die Objekte zum aktuellen Zeitpunkt zum Massenmittelpunkt befinden.

Das Verhalten der meisten Objekte und Systeme der für uns sichtbaren Welt kann mit Hilfe der einfachen Gesetze der klassischen Physik beschrieben werden, ohne den potentiellen Einfluss von Quantenfaktoren zu berücksichtigen, der durch die Gravitation und die damit verbundenen Phänomene unterdrückt wird.

In vielen Fällen haben wir jedoch die Möglichkeit, das Auftreten von Quanteneffekten in Systemen zu beobachten, die aus subatomaren und atomaren sowie aus geladenen Teilchen (Molekülen), Photonen und sogar Zellen bestehen. Zwischen den Objekten solcher Systeme kann ein nichtlokaler Charakter der Interaktion auftreten.

Heutzutage ist die Nichtlokalität der Quantenobjekte eine mehrfach experimentell überprüfte Tatsache. So zeigen Laser, die mit derselben Frequenz arbeiten, ohne offensichtliche Ursachen eine Interaktion (12).

Zeitgenössische Wissenschaftler aus verschiedenen Ländern nutzen das Merkmal der Nichtlokalität von Photonen, um quantenkryptographische Systeme zu entwickeln. Solche Systeme arbeiten hauptsächlich mit den verschränkten (verbundenen) Zuständen von Photonen und deren spontaner nichtlokaler

Verbindung (Quantenkorrelation), die einen absoluten Schutz der Daten vor unberechtigtem Zugriff gewährleistet. Die Verbindung zwischen den verschränkten Photonen ist nicht nur „supralichtschnell«, sondern endlos und verzögerungsfrei. In diesem Fall wird sie aber nicht zur Datenübertragung verwendet, sondern zur Sicherheitskontrolle des Übertragungskanals. Sobald sich jemand unberechtigt Zugang zu den übertragenen Daten verschafft, wird die Kohärenz der Photonen (Quantenverschränkung) sofort unterbrochen. In solchen Systemen kommen Glasfaserkanäle zum Einsatz.

Heute arbeiten Wissenschaftler an der Entwicklung eines Quantencomputers. Die Quantenverschränkung (ein Quantencomputer arbeitet mit Quantenbits – Qbits, unter der Verschränkung versteht man eine nichtlokale Korrelationsverbindung von zwei und mehr räumlich verteilten Objekten) ist die notwendige Voraussetzung für die Arbeit eines Quantencomputers und der Schlüsselfaktor, der für den Quantenparallelismus verantwortlich ist und den Vorteil eines Quantencomputers gegenüber einem herkömmlichen ausmacht. Ein Quantenkommunikationskanal verbindet Informationsquelle und -Empfänger über einzelne Freiheitsgrade zu einem Ganzen.

Das weckt unwillkürlich Assoziationen an verschiedene magische Rituale und Zeremonien, die von den Völkern im Laufe der gesamten Geschichte praktiziert wurden, und bei denen „Eingeweihte“ mit Hilfe diverser Gegenstände, Fotos u.ä. ein bestimmtes Ergebnis erzielt haben je nach Grad der Einwirkung auf ein Objekt, das sich in einer nichtlokalen Verbindung mit den rituellen Gegenständen befunden hat... Man könnte zahlreiche Beispiele anführen, aber das gehört eher in den Bereich der Magie und der Esoterik.

Beispiele für nichtlokale Interaktionen zwischen biologischen Objekten werden schon seit langem beobachtet. Ein anschauliches Beispiel für das Merkmal der Nichtlokalität zwischen zwei biologischen Objekten zeigt ein interessantes Experiment mit Schnecken, das Hugo Zeimann bereits 1878 durchgeführt hat. Er verband Schnecken paarweise, so dass sie sich eine gewisse Zeitlang berührten. Dann reizte er eine der Schnecken mit Strom, so dass diese zuckte. Da die Schnecken einander berührten, zuckte natürlich auch die andere Schnecke. Aber als man sie getrennt in verschiedene Räume brachte, hielt der Effekt an... Noch erstaunlichere Ergebnisse bei Versuchen mit Schnecken erzielten die Franzosen Allix und Benoît. Sie nahmen kleine Kästchen, die sie mit Buchstaben kennzeichneten. In die Schachteln setzten sie jeweils ein Paar Schnecken, die mehrfach mit Strom gereizt wurden. Dann wurden die Paare getrennt: Jeweils eine Schnecke aus jeder Schachtel

wurde in eine leere Schachtel gesetzt, die mit demselben Buchstaben markiert war. So erhielt man zwei Sätze von Schachteln mit Schnecken. Ein Satz blieb in Paris, der andere wurde nach New York gebracht. Wenn man eine Schnecke in einer der Schachteln in Paris reizte, zuckte auch ihr Pendant in New York in der Schachtel mit demselben Buchstaben, während die übrigen Schnecken keinerlei Reaktion zeigten. Es war ein „Schneckentelegraf“ entstanden, mit dessen Hilfe sogar eine einfache Information übermittelt wurde (12).

Seit den 60er Jahren des letzten Jahrhunderts führte das Mitglied der Akademie der Wissenschaften V. P. Kaznačeev mit Kollegen in Nowosibirsk Untersuchungen durch, die das Vorhandensein von interzellulären Ferninteraktionen belegten. Dabei wurde der sogenannte zytopathische Spiegeleffekt entdeckt, bei welchem Kulturen von lebenden Zellen und Gewebe, die durch Quarzglas hermetisch voneinander getrennt sind, wellenförmige regulierende Informationen austauschen, die mit den Funktionen des genetischen Apparats verbunden sind. Es konnte gezeigt werden, dass Informationen von außen korrigierend auf eine Zelle einwirken und dass der Mechanismus zur Übertragung des informationellen Steuersignals und die interzellulären Wechselwirkungen einen nichtlokalen Charakter haben.

Auch das Gehirn arbeitet nach dem Prinzip der Nichtlokalität.

In der Makrowelt ist jede Bewegung kontinuierlich und hat folglich eine Bewegungskurve. In der Quantenmechanik gibt es den Begriff der Teilchen-Trajektorie nicht. Die Lage eines Quantenobjekts kann nur durch die Wahrscheinlichkeitsfunktion des Befindens dieses Objekts in einem bestimmten Bereich des Raums charakterisiert werden. Daher können die Prozesse von Quantenobjekten und die Mechanismen ihrer Interaktion nur probabilistisch beschrieben werden. Die in den vorherigen Kapiteln vorgenommene Betrachtung der Prozesse und Zustände biologischer Systeme als nichtdeterminiert, stochastisch und nichtlinear, die sich auf Basis der Wahrscheinlichkeitsfunktionen beschreiben lassen, entspricht in vollem Maße den Ansätzen zur Beschreibung von Quantenobjekten und -systemen.

Damit bei Quantensystemen der Effekt der nichtlokalen Interaktion auftreten kann, ist es erforderlich, dass ein hoher Grad an Kohärenz (Synchronisation) zwischen den Teilchen, die diese Systeme bilden – Atome, Moleküle, Zellen... - aufrechterhalten wird. Eine solche Kooperation (Konzentration) aufgrund eines gemeinsamen Merkmals gleichartiger Zellen und Moleküle (концентрация) – man bezeichnet sie auch als Enantiomere – bei relativer Synchronisation der

Schwingungen dieser Strukturen und Prozesse ermöglicht es diesen Systemen, effektiv auf schwache Regelsignale zu reagieren und im Rahmen der Kommunikationsverbindungen und Interaktionen eigene Antwortsignale von ausreichender Intensität zu bilden. Das System nimmt die Merkmale des kondensierten Stoffzustands an. Darin äußert sich auch das Merkmal der Additivität als Ergebnis ihres kooperativen, abgestimmten Funktionierens.

Wie bereits erwähnt, lässt sich bei einem normalen Ablauf der physiologischen Prozesse und einem normalen Zustand der biologischen Gewebe und Milieus eine relative Synchronisation zwischen den Strukturen, aus denen diese biologischen Systeme bestehen, feststellen. Bei Pathologien und Zuständen, die diesen vorausgehen, ist diese Synchronisation gestört. Die Aufgabe der kompensatorischen Korrektur mit CME besteht darin, die gestörte Synchronisation der Systemstrukturen und Prozesse zielgerichtet, und in vielen Fällen mit einem hohen Grad an Selektivität, wiederherzustellen.

Der Quantencharakter eines solchen Einwirkungsmechanismus zeigt sich in der technischen Umsetzung des Regelsignals in Form der Bildung einer dynamischen elektrischen Feldstärke, die einer bestimmten Wahrscheinlichkeitsfunktion entspricht, die zu dem jeweiligen System oder Prozess komplementär ist. Wenn die Amplituden der Wahrscheinlichkeitsdichte von Regelsignal und Prozess phasengleich sind, verstärken sie sich gegenseitig durch Addition, wenn sie aber phasenkonträr sind, schwächen sie sich durch Verringerung gegenseitig ab. Der Quantenmechanismus der CME-Regelung zielt vor allem auf die Wiederherstellung der nichtlokalen Verbindung in einzelnen Quantensystemen des Organismus durch Wiederherstellung ihres kohärenten (synchronen) Zustands ab, wodurch die Informationsverbindungen und die Regelprozesse zwischen den Strukturelementen sowohl innerhalb dieser Systeme als auch letztendlich zwischen den Systemen wiederhergestellt werden.

Literatur

1. *Evgenij Ganin: Tajna /èntropii (Das Geheimnis der Entropie). (1)*
2. *Illarionov V. E.: Naučno-praktičeskie osnovy informacionnoj mediciny (Wissenschaftlich-praktische Grundlagen der Informationsmedizin). (2)*
3. *Bekman I. N.: Sinergetika - Lekcija 2. Dinamičeskie sistemy (Synergie – Vorlesung 2. Dynamische Systeme. (3)*
4. *Obščaja teorija èffektov v processah perenosa tepla_ massy, ènergii i informacii (Allgemeine Theorie der Effekte in Prozessen der Übertragung von Wärme, Masse, Energie und Informationen), Buch 1, Teil 1, 2. 2002. (4)*

5. *Fedotkin I. M., Orzhelskyi I. V.*: Fizičeskie efekty v teplogeneratorah s izbytočnoj ènergiej (Physikalische Effekte in Wärmegeneratoren mit überschüssiger Energie). Kiew, 2004. Buch 4. (5)
6. *Gribov L. A., Baranov V. I.*: Ot molekul k žizni (Von den Molekülen zum Leben). Moskau, 2012. (6)
7. *Arhentov A.*: Struktura samoorganizujuščihsja sistem (Die Struktur von sich selbst organisierenden Systemen).
URL:<http://rusnauka.narod.ru/lib/phisc/clue1/1/selforg.html> (7)
8. *Vol'kenštejn M. V.*: Èntropija i informacija (Entropie und Information). Moskau, Verlag Nauka, 1986. – 191 S. (8)
9. *Dul'nev G. N.*: Ot N'jutona i termodinamiki k bioènergoinformatike (Von Newton und der Thermodynamik zur Bioenergoinformatik).
URL: www.outsider.ru/lib/index.php (9)
10. *Ložkina A. N.*: Fluktuacii v fiziologii. Poisk zakonomernostej (Fluktuationen in der Physiologie. Suche nach Gesetzmäßigkeiten). (Medicinskaja akademija, Čita) -
URL: <http://rusnauka.narod.ru/lib/biologyh/lozk1.htm> (10)
11. *Blehman I. I.*: Sinhronizacija v prirode i tehnike (Synchronisation in Natur und Technik). Moskau. 2015. (11)
12. *Mikernikov N. G.*: Vselennaja i Žizn'. Neizvestnoe ob izvestnom (Universum und Leben. Unbekanntes über Bekanntes). (12)