

BIYOFOTONLAR - HÜCRELERİMİZDEKİ IŞIK

Yazar: Marco Bischof

Işık, yalnızca gün içinde dünyamızı aydınlatan ve etrafımızdakileri görmemizi sağlayan şey değildir, aynı zamanda kendi hücrelerimiz tarafından da üretilen ışık, insanın iç ortamının önemli bir bileşenini ve bedenimizin bizi dünyaya bağlayan maddi olmayan bir parçasını oluşturur. dış ortam. Bu endojen ışığın varlığı 1920'lerde Rus embriyolog Alexander Gurwitsch tarafından keşfedilmiş ve 1960'ların sonlarından itibaren modern biyofizikçiler tarafından en son teknoloji ve yöntemlerle kesin olarak kanıtlanmıştır.

İnsanlar dahil tüm canlı organizmalar, çıplak gözle görülemeyen, ancak zayıf sinyalleri birkaç milyon kez yükselten ve araştırmacıların bunu bir diyagram şeklinde kaydetmelerini sağlayan foto çoğaltıcılar tarafından ölçülebilen düşük yoğunluklu bir parlıttı yayar. Hücreler ve tüm organizmalar, yaşadıkları sürece, saniyede birkaç ila birkaç on bin foton ve santimetre kare ortalama yoğunlukta titreşen bir parlıttı yayarlar. Bu, 15 mil uzaklıktan görülen bir mum ışığına karşılık gelir ve gün ışığından onlarca ila yüz milyonlarca kat daha zayıftır. Bu ışımada, parlaklıktaki farklılıkların girişi daha sonra bir bilgisayar tarafından bir video ekranında görüntülenen renklere dönüştürülen bir CCD kamera aracılığıyla da görünür hale getirilebilir. Düşük yoğunluğu nedeniyle, biyofoton emisyonu olarak da bilinen bu hücresel ışımada, genellikle ultra zayıf hücre radyasyonu veya ultra zayıf biyoluminesans olarak adlandırılır. Spektral frekans aralığı (renkler) 200-800 nanometreden, yani UV-C ve UV-A'dan tüm görünür aralıktan spektrumun kızılötesi kısmına kadar uzanır. Ateş sineklerinin, parıldayan solucanların, derin deniz balıklarının ve çok daha güçlü olan, farklı özelliklere sahip olan ve açıkça kimyasal kökenli olan çürüyen ahşabın "biyoluminesansı" ile karıştırılmamalıdır.

Biyofoton araştırmalarının tarihsel gelişimi

Biyofotonlar, 1922'de Rus embriyolog ve histolog Alexander G.Gurwitsch'in (1874-1954) soğan kökleriyle yaptığı bir deneyde keşfedildi. Bir kökün ucundaki bölünen hücrelerden gelen bazı etkilerin diğer kökteki hücrelerin bölünmesini uyardığını buldu. Bu etkinin kuvars camından geçtiğini ve sıradan cam tarafından bloke edildiğini gözlemlediğinde, bunun UV aralığında bir "mitogenetik radyasyon" olması gerektiği sonucuna vardı. hücredeki ve organizmadaki yaşam süreçlerini yapılandıran ve organize eden organizma. Bununla birlikte, 1920'lerden 1940'lara kadar mevcut olan teknik araçlarla, Gurwitsch ve Leningrad Deneysel Tıp Araştırma Enstitüsü'ndeki ve Moskova'daki Tıp Bilimleri Akademisi'ndeki işbirlikçileri, mitogenetik radyasyonu güvenilir bir şekilde ölçemediler. Radyasyonu kaydetmek için esas olarak, az önce bahsedilen soğan kökü veya maya kültürleri gibi "biyolojik dedektörler" kullandılar. Ancak II. yüz kat daha zayıf foton akışlarını tespit etmek ve hatta tek fotonları bile kaydetmek için.

Batı'da, bu ilk olarak 1954-55'te İtalyan biyofizikçiler L.Colli ve U.Facchini ile Milan Üniversitesi'ndeki işbirlikçilerinin Gurwitsch'in yeni teknolojiyle ilgili keşiflerini

doğruladıkları ve çeşitli bitki filizlerinin görünür ışık yaydığını gösterdikleri zaman oldu. Ancak iki yayından sonra soruşturmaya devam etmediler. 1960'larda, Rus bilim adamları tarafından, şimdilerde mitogenetik radyasyon olarak adlandırılan "ultra zayıf hücre radyasyonu" hakkında ilk raporlar Batı dillerinde yayınlandı. 1960'ların sonlarında ve 1970'lerin başlarında Avustralyalı fiziksel kimyager Terence I.Quickenden'in deneyleriyle ve nihayet 1974'ten itibaren Alman biyofizikçi Fritz Albert Popp'un çalışmalarıyla başladı. Kaiserslautern Üniversitesi ve Kaiserslautern ve Neuss'daki Uluslararası Biyofizik Enstitüsü, bu yeni biyolojik fenomenle ilgili tüm soruların sistematik deneysel ve teorik araştırmalarını yapan ilk kişilerdi.

O zamandan bu yana geçen 30 yıl içinde, Popp ve meslektaşları - ve dünyanın dört bir yanındaki diğer birçok araştırmacı - sadece biyofoton emisyonunun varlığını ve her yerde mevcut olduğunu herhangi bir makul şüphenin ötesinde kanıtlamakla kalmadı, aynı zamanda özelliklerini belirledi, bir dizi geliştirdi ve test etti. Olası biyolojik işlevleri hakkında çok fazla kanıt bulunan hipotezlerin bir kısmı, gözlemlenen fenomenlerin tümünü veya bir kısmını açıklayan bir biyofoton teorisine yönelik birçok teorik çalışma yaptı ve biyofoton kullanımı için bir dizi pratik uygulama geliştirmeye başladı. Mikroorganizmaların, bitkilerin, hayvanların ve insanların ölçümleri. Bugün, Popp ve bazı meslektaşları tarafından 1996 yılında kurulan Uluslararası Biyofizik Enstitüsü (IIB), ABD, Çin, Rusya, Polonya, Hindistan, Japonya, Kore'deki üniversitelerde 14 araştırma grubunun 22 üyesinden oluşan uluslararası bir araştırma ağı haline gelmiştir. , İsrail, İtalya, İngiltere ve Almanya. Toplamda, dünya çapında biyofoton araştırmalarında çalışan yaklaşık 40 araştırma grubu var.

Biyofoton emisyonunun özellikleri

Biyofoton emisyonunun tüm bitki ve hayvan yaşamının genel bir özelliği olduğunu gösterdikten sonra, Popp'un ekibi kendilerine yayılan ısıtılı organizmaların sadece klorofil, termal etki, "kendiliğinden kemilüminesans" veya diğer bazı "spontan kemilüminesans" neden olmadığını gösterme görevini üstlendiler. kontaminasyon etkisi". 1970'lerde, Amerikalı biyokimyacı H.H.Seliger ve Rus biyofizikçi A.I.Zhuravlev, biyo-ışıldamanın genellikle kimyasal işlemlerde kullanılan uyarım enerjisinin ara sıra kayıplarından kaynaklandığını ve bu nedenle hiçbir biyolojik önemi olmadığını öne sürmüşlerdi. Bugün, Popp'un grubunun ve diğer bilim adamlarının çalışmalarından, biyofoton emisyonunun, yayıldığı organizmanın tüm yaşam aktiviteleriyle güçlü bir şekilde ilişkili olduğunu ve bu nedenle büyük olasılıkla bazı biyolojik işlev(ler)i yerine getirdiğini biliyoruz. Kimyasal biyo-ışıldamanın aksine, bir organizmanın ölümünden önce yoğunluğu yüz veya bin kattan daha fazla artar ve ölüm anında sıfıra düşer. Radyasyon ayrıca mitoz (hücre bölünmesi) sırasında artar ve hücre döngüsünün tüm aşamalarında çok karakteristik değişikliklere uğrar. Organizmadaki tüm rahatsızlıklara, dış etkilere ve içsel değişikliklere çok hassas tepki verir. Bu nedenle ölçümü, bu tür etkiler ve değişiklikler için güvenilir ve hassas bir gösterge olarak kullanılabilir.

Biyofotonların tutarlılığı

Bununla birlikte, Seliger ve Zhuravlev'in "bozunma teorisine" karşı en ikna edici argüman, Popp ve ekibinin son yirmi yılda sağladığı biyofotonların tutarlılığının kanıtıdır. Biyofotonlar, yüksek derecede düzenli ışıktan oluşur, başka bir deyişle biyolojik lazer ışığı. Böyle bir ışık çok sessizdir ve normalde ışıktaki gözlenen dalgalanmalar olmaksızın son derece kararlı bir yoğunluk gösterir. Kararlı alan güçleri nedeniyle dalgaları üst üste gelebilir ve bu sayede girişim etkileri olur. Normal ışıktaki oluşmaz. Yüksek derecede düzen nedeniyle, biyolojik lazer ışığı düzen oluşturabilir ve düzenleyebilir ve organizmada bilgi iletebilir.

Biyofoton araştırmalarında, tutarlılığın özelliği esas olarak "indüklenmiş emisyon" denilen "hiperbolik bozunma" da kendini gösterir. Biyofoton araştırmalarında iki tür ölçüm kullanılır. Bir numunenin "kendiliğinden emisyon" da tutarlılık kanıtı sağlamak pratik olarak imkansızdır. Bu nedenle "indüklenmiş emisyon" ölçümü, biyofoton araştırmalarının önemli bir aracı haline gelmiştir, burada tutarlılık derecesini belirlemek mümkündür. Organizma tarafından yayılan ışık. Burada örnek kısa bir ışık parlaması ile aydınlatılır, araştırmacı soğurulan ışığın tekrar hangi yolla yayıldığını ölçmeden önce. Bunu yaparken, canlı dokudan biyofoton emisyonunun, ölü nesnelere asla gözlemlenmeyen, dakikalar ile saatler arasında süren çok uzun bir çürüme süreci gösterdiğini gözlemlenebilir. Ayrıca, bu bozunma sürekli olarak yavaşlar, öyle ki bozunma eğrisi her zaman daha düz hale gelir ve emisyon asla gerçekten durmaz. Popp, hiperbolik bir eğri şeklinde grafiksel olarak gösterilen böyle bir bozunma davranışının, ölçülen emisyonun tutarlılığının kanıtı olduğunu ve ışığın dokuda depolandığını gösterdiğini kanıtladı. Yeniden yayılan biyofotonların bu davranışından çıkarılabilecek bir diğer sonuç, emisyonun hücrelerdeki izole moleküllerden kaynaklanmadığı, ancak yayan moleküllerin bağlayıcı bir uyumlu radyasyon alanı ile birleştiğidir. Işık depolanmasında merkezi bir rol, Popp'un grubunun hücredeki ana ışık kaynağı olduğunu gösterdiği hücre çekirdeğindeki DNA'ya atfedilebilir gibi görünüyor.

İki yorumlama okulu

Bugün, ultra zayıf hücre radyasyonu üzerinde çalışan bilim adamlarının çoğu, hala Seliger ve Zhuravlev'in biyokimyasal görüşüne katılıyor. Anlayışlarını biyolojik moleküllerin luminesansının iyi bilinen fiziksel ve kimyasal ilkelerine dayandırıyorlar ve ışık emisyonunu radikal reaksiyonlar ve oksidasyon gibi belirli kimyasal reaksiyonlara bağlarlar. Organizmalardan gelen ışık emisyonunu, herhangi bir biyolojik işlevi olmayan, yalnızca metabolizmanın atık ürünü olarak görürler. Bununla birlikte, ölçümünü sıvı ve katı yağların acılığı gibi organik materyallerdeki oksidatif hasarı tespit etmek için yararlı bir araç haline getirdiler.

Öte yandan Popp ve grubu, kuantum optiği, denge dışı termodinamik ve bilimdeki diğer son gelişmelerden türetilen yeni bir yaşam anlayışına dayanan fenomenlerin başka bir biyofiziksel yorumunu geliştirdiler. Alandaki araştırmacıların azınlığı. Radikal reaksiyonların ve diğer biyokimyasal süreçlerin meydana geldiğini ve organizmalar tarafından yayılan ışığın bir kısmını oluşturabileceğini inkar etmezler, ancak biyofoton emisyonunu esas olarak organizmada bu tür kemilüminesan

olayların gömülü olduğu genel bir düzenleyici alanın ifadesi olarak görürler. Biyokimya okulunun klasik, moleküler görüşünün aksine, organizmayı parçacık yönünün değil, bütünsel alan yönünün baskın olduğu makroskopik bir kuantum sistemi olarak tanımlarlar. Organizmanın tüm moleküllerinin, biyofotonların artık herhangi bir belirli yayıcıya atanamayacağı bir birlik oluşturacak şekilde, uyumlu bir radyasyon alanı tarafından birbirine bağlandığını, ancak bunların yayıldığı kabul edilmesi gerektiğini varsayıyorlar. organizma bir bütündür.

Biyofoton ölçümlerinin analizi, yayan maddenin biyolojik bir lazer mekanizması oluşturduğunu göstermiştir; bu aynı zamanda organizmanın termodinamik dengeden uzak açık bir sistem olduğu görüşünün deneysel bir doğrulamasıdır. Katı cisme nüfuz eden ve onu saran bu uyumlu biyofoton alanının, organizmadaki tüm yaşam süreçlerini düzenlediği ve kontrol ettiği varsayılır. Geniş bir frekans ve polarizasyon spektrumu aracılığıyla ve tüm maddi yapılarla doz etkileşimi içinde, sinyalleri organizmanın herhangi bir yerine ışık hızında iletebilen ve biyokimyasalları aktive edebilen veya inhibe edebilen duran dalgaların holografik bir alanıdır. süreçleri, maddeyi düzenlemek ve çok daha fazlası. Buna dahil olan maddi yapılar, bu sinyallerin emilmesi ve yayılması için antenler olarak işlev görmek üzere önceden belirlenmiştir, çünkü bunlar, karasal radyasyon alanındaki evrimleri ve biyofoton alanıyla birlikte evrimleri sayesinde, tam olarak eşleşen geometrilere ve boyutlara sahiptirler.

Organizmanın biyolojik lazer alanı, tutarlı çalışma modu ile tutarsız çalışma modu arasında salınabildiği ve böylece her iki rejimin avantajlarını birleştirebildiği "lazer eşliğinde" tam olarak stabilize olur. Işığın kendiliğinden ve aniden sırasını değiştirebildiği geçiş" (veya "dağıtıcı yapı"). Lazer eşliğinin üzerinde, tutarlı rejimde, foton alanı, dalgaların tutarlı bir şekilde üst üste bindiği, kararlı ve yüksek derecede düzenli bir girişim modeline dönüşür. Çeşitli ışık kaynakları koordineli bir davranış sergiler ve bir bütün gibi çalışır. Aynı zamanda bu dalgalar otokatalitik olarak yükseltilir ve lazer ışığına dönüşür. Eşğin altında, kaotik rejimde, ışık kaynakları ayrışır ve ayrı çalışır. Hala tutarlılık vardır. dalgaların üst üste binmesi, ancak ışığın emilmesi hakimdir. Her iki rejim de organizma için gereklidir; bazı amaçlar için bağımsız tamamen işleyen elemanlara ihtiyaç vardır, diğerleri için koordineli davranış daha avantajlıdır. Popp'a göre bu, organizmanın kendisini her düzeyde düzenlediği mekanizmadır.

Bu varsayımsal mekanizma, biyolojik sistemlerin lazer mekanizmasının yalnızca teknik optikten bilinen düşük dereceli tutarlılıkla değil, aynı zamanda 1970 civarında Harvard fizikçisi Roy J. Glauber tarafından tanımlanan ideal kuantum-optik tutarlılığı kullandığı varsayımına dayanmaktadır. canlı sistemlerin kuantum alanı, dalga ve parçacık, tutarlılık ve tutarsızlık, lokalizasyon ve delokalizasyon özelliklerini birleştiren minimum kuantum belirsizliğine sahip paradoksal bir durum olan "tutarlı durum" biçimini gerçekleştirir. biyolojik sistemler, bilimin henüz tam olarak anlayamadığı bir optimal tutarlılık biçimi gerçekleştirir. Ölçümler, son zamanlarda kuantum optiği ve elektrodinamik gibi bir dizi çok gelişmiş disiplin tarafından araştırılan yeni bir kuantum fenomeni sınıfının biyolojik sistemlerde varlığına dair

kanıtlar gösterir. Klasik Olmayan Işık ve Boşluk Kuantum Elektrodinamiği. Organizmalarda gerçekleşen bu yeni disiplinler tarafından tanımlanan özelliklerden ikisi, dalga boylarının karışımlarının (monokromatik olmayan ışık) tutarlılığı ve çok zayıf ışıkta tutarlılığın ortaya çıkmasıdır. Son zamanlarda, Popp ekibi, biyofotonların gerçekten de bu tür klasik olmayan ışık biçiminde veya daha spesifik olarak, tutarlı durumların belirli bir biçimi olan "sıkılmış durumlar" olarak adlandırıldığını göstermiştir (Popp ve diğerleri, 2002).

İnsanlar üzerinde biyofoton ölçümleri

Biyofotonların emisyonu sadece hemen hemen tüm bitki ve hayvan organizmaları için oluşturulmamıştır. Şimdiye kadar bu tür araştırmaların yalnızca birkaçı gerçekleştirilebilmiş olsa da, artık insan vücudu tarafından zayıf, ancak oldukça tutarlı ışığın da yayıldığını biliyoruz. Sovyetler Birliği'nde insan biyofoton emisyonunun bazı erken ölçümleri yapılmış olsa da, ilk Batılı araştırmalar 1970'lerin sonlarında Richard Dobrin ve John Pierrakos'tan oluşan New York ekibi tarafından gerçekleştirildi. UV ve spektrumun görünür aralığında göğüsten saniyede yaklaşık yüz foton emisyonu buldular. Bazı test kişileri, nefes alma teknikleri ve kasıtlı titremeler kullanarak emisyonu yüzde 100'e kadar artırmayı başardı. 1989 ve 1990'da, bir grup İngiliz araştırmacı, spektrumlarında üç kattan daha yüksek yoğunluklar elde etti! eller, gövde ve alından 420-650 nm aralığı. Avuç içi, gövde ve alından çok daha yüksek bir emisyon (saniyede 500 foton) gösterdi. Vücudun belirli bölgelerindeki emisyon oldukça düzenli kaldı, ancak ekip, akşamları maksimum olan zamansal değişiklikler için göstergeler buldu. 1990'larda, özellikle Sophie Cden tarafından yürütülen Popp'un laboratuvarında, özel olarak geliştirilmiş tüm vücut biyofoton sayma ekipmanı ile insan biyofoton emisyonunun sistematik uzun vadeli araştırmaları başlatıldı (Cohen & Popp, 1997, 1998; Cohen, Popp & Yan, 2003). En ilginç sonuçlar, emisyonun ritmikliği, sağ-sol asimetrisinin önemi ve işlemlerin emisyon üzerindeki yerel olmayan etkileri hakkındaki bulgulardır. Bir yıldan fazla bir süre boyunca günlük olarak gerçekleştirilen uzun süreli ölçümler, vücuttaki tüm noktaların emisyonunun, bilinen çeşitli biyolojik ritimlere (24 saat, haftalık, aylık) açık bir bağımlılık gösterdiğini doğruladı. Vücudun her iki tarafındaki simetrik noktalarda yapılan ölçümler, simetrik ölçüm değerlerinin sağlıklı durumları gösterebileceği, sağ-sol asimetrikliklerin ise bozuklukların bir göstergesi olduğu varsayımına yol açtı. En ilginç olanı, bazı tedavilerden sonra biyofoton emisyonundaki değişikliklerin sadece tedavi konumunda gözlemlenmediği, aynı zamanda vücudun diğer yerlerinde de ortaya çıktığı yönündeki son bulgudur. Bu yerel olmayan etkiler, yerel biyofoton emisyonunun tüm organizmanın küresel bir biyofoton alanının bir ifadesi olduğunu gösteriyor gibi görünmektedir.

Organizmanın yeni bir resmi

Biyofoton araştırmasının deneysel bulguları, ileri bilimin diğer alanlarından alınan son bilgilerle birlikte, canlı organizmanın tamamen yeni bir resmini önermektedir. Her şeyden önce, katı molekül gövdesinin bir tamamlayıcısı olarak, organizmanın dikkate almamız gereken önemli bir yeni bileşeni veya yönü vardır, yani

“elektromanyetik alan gövdesi” (Zhang, 2003). faz ilişkileri ile doğrusal olmayan bir şekilde birleştirilmiş salınım alanlarının son derece karmaşık ve kendi kendini ayarlayabilen rezonans sistemi olarak görünür (Bischof, 2003). Moleküllerin rolünü düşünürsek, organizma son derece hassas ve oldukça etkili bir anten olarak tanımlanabilir. geniş bir frekans ve polarizasyon aralığına göre kendini ayarlayabilen sistem Organizma en küçük uyarılara karşı hassas tepki verebilir, ancak aynı zamanda oldukça güçlü uyarılara karşı aniden şeffaflaşabilir.

Uygulamalar

Biyofoton araştırmasının başlangıcından bu yana, Popp'un grubu ve diğer laboratuvarlar tarafından çeşitli uygulamalar geliştirilmiştir. Biyofoton emisyonu bir organizmanın tüm dış etkilerini ve iç değişikliklerini yansıttığından, ölçümü prensipte organizmanın durumunu belirlemek ve doğası bilinmese bile her türlü etkinin tespiti ve değerlendirilmesi için kullanılabilir. Kemilüminesans tespiti için biyofoton ölçümlerinin kullanılmasının yanı sıra yöntem, her türlü katı, sıvı ve gaz halindeki kimyasallar ve elektromanyetik alanlar tarafından çevresel kontaminasyonun tespiti ve hasar değerlendirmesi için kullanılabilir. Halihazırda uygulamada kullanılan bir diğer uygulama ise gıda kalite değerlendirmesidir. Bazı tıbbi uygulamalar geliştirme aşamasındadır, ancak henüz tamamen kullanıma hazır değildir. Örneğin, kanser dokusunun, aynı tipteki sağlıklı dokudan tamamen farklı biyofoton emisyon özellikleri gösterdiği bulunmuştur. Bu, invaziv olmayan bir kanser teşhisi yöntemi geliştirmek için kullanılabilir ve ayrıca belirli bir hasta için optimal terapötik tedavinin belirlenmesine hizmet edebilir. Biyofoton ölçümleri ayrıca, başlıca alternatif ve tamamlayıcı tıp alanında, çeşitli terapötik modalitelerin etkilerini ve etkinliğini değerlendirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bununla birlikte, biyofoton araştırmalarının belki de en etkili olduğu başka bir alandır. Popp tarafından deneysel bulguları temelinde geliştirilen organizmanın yeni bütünsel resmi olan biyofoton teorisi, artan sayıda bilim adamı ve tıp doktoru tarafından yeterli bir bilimsel yaşam teorisi geliştirmek için önemli bir unsur ve uyarıcı olarak kullanılmaktadır. giderek artan sayıda kişi tarafından hissedilmektedir (Ho, 1993; Zhang, 2003; Curtis ve Hurtak, 2004). Yakın zamanda tanımladığım gibi, biyofoton araştırmasının deneysel ve teorik bulguları, diğer birçok bilimsel ilerlemeyle birlikte, yaşam bilimlerinde yeni bir bütünsel ve disiplinler arası bakış açısının yakın zamanda ortaya çıkmasına önemli bir katkıdır, Bütünleştirici Biyofizik (Bischof, 2003). .

Biyofoton alanı ve görsel alan

Bu derginin okuyucularının ilgisini çekebileceğinden, sonuç olarak vizyonla ilgili bazı açıklamalara izin vereceğim. Yayınlanmamış bazı gözlemler, bir kişinin biyofoton alanının durumunun, kas sisteminin tonusu ve geometrisine ve bir yandan kişinin bitkisel durumuna ve diğer yandan ölçülen beyin durumuna bağlı olabileceğini düşündürmektedir. EEG tarafından (örneğin, senkronizasyon ve tutarlılık derecesi). EEG ölçümlerinde yüksek derecede tutarlılık ile karakterize edilen ileri derin gevşeme durumları veya belirli meditatif durumlara ayrıca biyofoton alanının

yüksek tutarlılığı da eşlik edebilir. Derin meditasyon hallerindeyken, görme alanında o kadar çok köklü değişiklik yaşadım ki, bir kişinin görme ve görme alanının, bu kişinin biyofoton alanının tutarlılığına bağlı olabileceğinden şüpheleniyorum, bu belki de yalnızca net görme yeteneği değil, aynı zamanda vücudun etrafındaki görünürlük. Belki görsel alan, biyofoton alanının kendisinin bir özelliğidir. Ancak bunlar sadece varsayımlar çünkü bildiğim kadarıyla biyofoton alanı ve EEG okumalarının tutarlılığını ilişkilendiren ölçümler henüz yapılmadı.

© telif hakkı 2005 Marco Btschof'a aittir, Tüm hakları saklıdır.

"Biophotons" (1995, 12. baskı 2004) adlı kitabıyla yazar, herhangi bir dilde yayınlanan en kapsamlı biyofoton araştırmasını yazmıştır, ancak kitap Almancadır ve henüz İngilizce'ye çevrilmemiştir. mb@marcobischof.com.