

Wetenschappelijke geschiedenis van Biofotonen

3 december 2025

Kaj Alexander

voor PHOTON 4 HEALTH – NEXT LEVEL LIGHT THERAPY

<https://www.photon4health.nl/>

Samenvatting

Dit document geeft een uitgebreid overzicht van honderd jaar onderzoek naar **biofotonen** — extreem zwakke lichtdeeltjes die door levende cellen worden uitgezonden.

We bespreken hoe het idee ontstond dat cellen licht uitzenden, hoe dat zich ontwikkelde tot moderne biofotonica, welke mechanismen de emissie verklaren en hoe cellen via biofotonen met elkaar communiceren.

Vervolgens wordt ingegaan op het bewijs dat cellen lichtsignalen uitzenden én kunnen ontvangen. Daarna worden mogelijke mechanismen van biofoton-gestuurde 'bystandereffecten' besproken. (Het fenomeen dat cellen elkaar kunnen beïnvloeden met licht). Met speciale aandacht voor de rol van **mitochondriën** en **exosomen**.

De inzichten uit dit onderzoeksveld kunnen bijdragen aan betere oplossingen voor behandeling en diagnose van ziekten, modellen voor radiobiologie, stralingsbescherming en allerlei nieuwe klinische toepassingen.



Persoonlijke introductie tot biofotonen

De afgelopen twaalf jaar hebben zijn in de photon 4 health / bio energie therapie klinieken meer dan 10.000 cliënten behandeld met biofotonentherapie. Deze therapievorm maakt gebruik van zachte, koude, lasertechniek om de hoeveelheid biofotonen in het lichaam te verhogen. Binnen dit werkveld wordt aangenomen dat biofotonen een relevante rol spelen in cellulaire communicatie: zowel binnen de



cel, tussen verschillende organellen als tussen cellen onderling. Volgens deze opvatting draagt een toename van biofotonen bij aan een meer coherent informatieveld tussen de cellen en organen van het lichaam. Biofotonentherapie in de vorm zoals die nu wordt toegepast bestaat inmiddels ongeveer dertig jaar. Ikzelf kwam ermee in aanraking op 25-jarige leeftijd, na een langdurige periode van gezondheids-klachten (ziekte van Lyme) die in mijn geval niet succesvol konden worden verholpen binnen de reguliere of alternatieve geneeskunde. Mijn persoonlijke ervaring met biofotonentherapie bleek voor mij de doorbraak in mijn gezondheid. Het vormde destijds de aanleiding om mijn succesvolle onderneming in LED-verlichting te verkopen en mij volledig te richten op het werken met licht als therapeutisch middel.

Binnen de literatuur bestaat een groeiend aantal studies die zich richten op de rol van biofotonen in biologische systemen, celcommunicatie en stressrespons. Inmiddels zijn we de 300 studies voorbij. Aanvullend zijn er ruim 7.000 studies gedaan naar het effect van rood/infrarood laser en led licht op het lichaam zonder specifiek het werkingsmechanisme van de (bio)fotonen te benoemen. Maar puur om het biologisch effect van fotonen op het lichaam aan te tonen. 95% van de studies weet te bewijzen dat er een genezende reactie optreedt na bestraling met rood/infrarood led/laser licht. De waarde en interpretatie van deze onderzoeken wordt binnen de wetenschap verschillend benaderd. Vanuit de farmaceutische hoek is logischerwijs 'geen interesse', zoals ik dadelijk zal toelichten. Een gemiste kans voor de mensheid want vanuit mijn praktijkervaring en dat van 150 andere klinieken is gezien dat veel cliënten verbeteringen rapporteren. Bijvoorbeeld op het gebied van energie, algehele vitaliteit, slaapverbetering i.c.m. afname of genezing van langdurige klachten en ziekten.

In de bioenergietherapie.nl klinieken geeft circa 92,9% van de cliënten na drie sessies van veertig minuten aan (1 per week) een positieve verandering te ervaren. Bij langere trajecten melden veel cliënten dat hun chronische klachten en ziekten sterk afnemen of volledig verdwijnen. Deze observaties zijn gebaseerd op praktijkervaring en vallen buiten het kader van formele klinische effectiviteitsbewijzen. Ze illustreren puur dat de meeste mensen de werking van biofotonen therapie voelen.

Ondanks meer dan een eeuw aan onderzoek naar biofotonen is de bekendheid burgers van dit natuurkundige fenomeen onder therapeuten en artsen zeer beperkt, zelfs binnen complementaire zorg waar van men zou verwachten een bredere blik op ziekte en gezondheid te hanteren. Tijdens een recente promotie van onze biofotonen therapie apparaten op een therapeutenvakbeurs, bezocht door circa tienduizend professionals, gaf 99% van de 300+ aan niet bekend te zijn met biofotonen. Terwijl deze lichtdeeltjes een fundamentele rol spelen in de processen die zij bij hun cliënten proberen te beïnvloeden. Volgens mijn eigen onderzoek bij 1.000 willekeurige personen in 2025 is te concluderen dat 98% van de mensen een biofotonen-tekort heeft, wat volgens mij de effectiviteit van uiteenlopende therapievormen drastisch verminderd. Als deze therapeuten het biofotonen tekort oplossen zullen hun behandelresultaten en tevredenheid van hun cliënten enorm toenemen.



Internationaal Therapeut Beurs – nov. 2025

Waarom u nog nooit van biofotonen had gehoord

In de reguliere medische wereld spelen farmaceutische interventies met chemische, uit aardolie geproduceerde 'medicijnen' de dominante rol. De eis is dat medicijnen aantoonbaar beter moeten werken dan een placebo, maar niet dat ze de ziekte waarvoor ze ontwikkeld zijn moeten genezen. Medicijnen die chronische leefstijlziekten behandelen, moeten veelal levenslang gebruikt worden. U hoeft geen rekenwonder te zijn om te begrijpen dat vijftig jaar lang iemand elke dag weer een medicijn laten kopen een stuk winstgevender is dan ze een eenmalige oplossing bieden die de oorzaak van de ziekte geneest. Of leefstijladviezen geven die helpen genezen. Ja, de farmaceuten hadden het abonnement-verdienmodel al vroeg door. Dus men bracht enkel medicijnen op de markt die hielpen maar niets genazen. Ze bestempelden elke aandoening als ongeneeslijk. Voor elk symptoom van disbalans is wel een labeltje; duizend-en-een syndromen en ziektebeelden.

Over de ziekmakende invloeden op ons leven en onze leefstijl zwijgt men terwijl de goede doelen eeuwig blijven vragen naar geld voor onderzoek. Zodat het beeld in stand blijft dat er echt alles aan gedaan wordt een oplossing te vinden voor onze chronisch zieke samenleving. Terwijl er in werkelijkheid alles aan gedaan wordt mensen weg te houden van zaken die werkelijk helpen genezen. Oplossingen voor chronische ziekten zullen nooit gemeengoed worden zolang de wereld vastzit in een ~~genees~~verdienmodel gebaseerd op mensen klachtenvrij ziek, afhankelijk en onwetend houden.

De focus op dit verdienmodel bepaalt in sterke mate welke kennis wordt onderwezen aan artsen en welke behandelopties in de spreekkamer worden besproken. Hierdoor blijven andere, waardevolle benaderingen zoals die gericht op het verhogen van de biofotonen relatief onbekend. Dit leidt in mijn optiek tot een beperkt perspectief op gezondheid en herstel, waarin er amper ruimte is voor andere verklaringsmodellen of aanvullende therapeutische methoden.

Het doel van dit schrijven is om u kennis te laten maken met inzichten uit meer dan driehonderd wetenschappelijke publicaties over biofotonen, alsmede met mijn eigen praktijkervaring met duizenden cliënten en een breed spectrum aan klachten. Deze combinatie van theorie en praktijk vormt mijn motivatie om biofotonen serieus te blijven nemen als onderdeel van het bredere gesprek over gezondheid en herstel. Hoewel verdere wetenschappelijke onderbouwing gewenst blijft, acht ik het waardevol dat u kennisneemt van zowel de bestaande literatuur als de ervaringen uit mijn klinische praktijk. Omdat deze informatie sterk gecensureerd wordt heb ik getracht een zo volledig mogelijke reverentielijst bij te voegen met meer dan 300 bronnen. (zie pagina 28-58).

Historische ontwikkeling van biofotononderzoek

De geschiedenis van het biofoton-onderzoek leest als een mix van briljante intuïtie, controverses, en decennialange technologische inhaalmanoeuvres. Het idee dat levende cellen licht uitstralen werd **ruim 100 jaar geleden** voor het eerst geopperd en aanvankelijk weggewuifd. Pas met moderne apparatuur werd duidelijk dat de vroege onderzoekers echt iets op het spoor waren.

Van mitogenetische straling naar moderne biofotonica

Het verhaal begint bij **Alexander Gurwitsch**, een Russische embryoloog die in 1912 het idee introduceerde dat levende systemen een soort “biologisch veld” kunnen uitzenden dat groei en ontwikkeling stuurt [75]. In 1923 deed hij zijn beroemde **uienwortel-experiment**:

- twee uienwortels werden dicht bij elkaar geplaatst
- gescheiden door **kwartsglas** (laat UV licht door)
- of door **normaal glas** (blokkeert licht UV)

Resultaat:

- bij kwartsglas → de ene wortel stimuleerde de celdeling van de andere
- bij normaal glas → geen effect
- dus: het signaal moest een vorm van **UV-licht** zijn [76]

Gurwitsch noemde dit fenomeen:

“Mitogenetische straling”

Hij claimde dat cellen extreem zwakke UV-fotonen uitzenden die celdeling kunnen beïnvloeden.

Het idee werd wereldwijd opgepikt:

- honderden experimenten volgden in de jaren 1923–1930
- sceptici stelden dat biofotonen slechts een nutteloos bijproduct waren
- maar Sovjet-onderzoekers bleven positief en verder meten [77][80]

Door het gebrek aan gevoelige apparatuur bleef de discussie decennia vastlopen.

1970–1980: De renaissance van het veld

Met de komst van **fotomultipliertubes (PMT's)** — extreem gevoelige lichtdetectoren — werd het mogelijk om ultra-zwakke emissies wel betrouwbaar te meten.

Belangrijke doorbraken:

- Fritz-Albert **Popp** introduceerde de term “**biofotonen**” en suggereerde dat het licht coherent was (zoals laserlicht) [84][85]
- De emissie bleek aanwezig in **alle** onderzochte organismen
- Metingen lieten gekoppelde ritmes, patronen en reacties op stress zien [86]

Hiermee werd biofotonemissie geen mystiek fenomeen meer, maar een **detecteerbaar biologisch signaal**.

2000–nu: Moderne biofotonica

Dankzij:

- ultrasensitieve CCD's
- single-photon imaging
- spectrale analyse
- realtime biofotonencamera's

kon men biofotonen zichtbaar maken in:

- planten [122][126]
- bacteriën [102][106]
- dieren
- menselijke huid [168][169]
- levende hersenen van ratten [155–157]

Het veld is nu volwassen genoeg dat biofotonen niet langer gezien worden als curiositeit, maar als:

Een indicator van redoxprocessen, oxidatieve stress, celschade, en informatieoverdracht.

Alhoewel het laatste ondanks opstapelend bewijst tot op de dag van vandaag bekritiseerd blijft worden door aanhangers van het klassieke allopathische farmaceutische model die stelt dat communicatie in het lichaam enkel via elektriciteit (zenuwen) en chemie (hormonen, cytokinen enz.) plaatsvindt.

Biofotonemissie: eigenschappen en hypothesen over de oorsprong

Biofotonen zijn **geen bioluminescentie** (zoals bij vuurvliegjes). Ze zijn miljoenen keren zwakker. Ze ontstaan spontaan tijdens normale celprocessen.

Belangrijkste eigenschappen:

1. Uiterst zwakke intensiteit

Elke cel zendt slechts **enkele honderden tot duizenden fotonen per seconde** uit – onzichtbaar voor het oog [143].

2. Breed spectrum

Van UV tot zichtbaar licht tot nabij-infrarood [82][90].

Uit onderzoek van Dieter Jossner in de jaren 80 bleek dat biofotonen het best op te nemen zijn uit laserlicht van 790-800nm. Mijn eigen theorie is dat het lichaam dit Via Second Harmonic Generation (SHG) processen in het lichaam omzet naar onder andere +400nm +200nm. Dieter was de eerste die Biofotonen therapie met apparatuur uitgerust met infrarode lasers introduceerde als therapeutisch medium. Zijn ontdekkingen vormden ook de basis van de apparaten van **PHOTON 4 HEALTH**. Welke verrijkt zijn met allerlei nieuw moderne inzichten en verbeteringen.



Afhankelijk van fysiologische toestand

Het lichaam gaat spaarzaam om met zijn biofotonen, een cel zal altijd een inkomende biofotonen proberen op te slaan zodat het deze kan gebruiken.

Stress → **toename van biofotonen emissie / verlies.**

Bijvoorbeeld:

- oxidatieve stress
- hitte
- verwonding
- chemische stress
- bestraling [90]

In veel gevallen is biofotonemissie een directe afspiegeling van **reactieve zuurstofsoorten (ROS)** in de cel.

Mogelijke coherentie

F.A. Popp stelde dat biofotonen coherent zijn [84].

Biochemische oorsprong van biofotonen

Hoewel de belangrijkste bron van biofotonen in het lichaam de zon is. Waar het fotonen op kan nemen uit coherent zonlicht (slechts 0,00001% van het zonlicht) kan het ook biofotonen opnemen uit voedsel met nog levende cellen. (rauw, onverhit). Verder zijn er twee manieren waarin het lichaam ze in minuscule hoeveelheden zelf kan producten. Er zijn twee hoofdfactoren onderbouwd:

1. Oxidatieve reacties → geëxciteerde moleculen → (bio)fotonen

- lipid peroxidatie
- reactieve zuurstofsoorten
- vrije-radicaalketens [82]

2. DNA- en chromofoor-gerelateerde overgangstoestanden

Specifieke moleculen die lichtreacties kunnen geven:

- DNA-basen
- flavines
- porfyrienen
- aromatische aminozuren [84][87]

Mitochondriën blijken een belangrijke bron van biofotonen door hun hoge metabolische activiteit en ROS-productie [299].

Biofotonen in verschillende organismen

Planten. Planten laten duidelijke biofotonemissie zien tijdens:

- kieming
- verwonding
- droogtestress
- zoutstress
- infectie [122–129]

Het licht komt veelal van oxidatieve bursts.

Bacteriën

Stress zorgt voor onmiddellijke pieken in fotonemissie [102–106].

Sommige soorten hebben zelfs **soort-specifieke spectra**, wat duidt op mogelijk functionele betekenis.

Mens en dier

Ultrazwak licht is gemeten:

- in huid
- in hersenen
- in retina
- bij ontsteking
- bij tumoren [155–160][168][169]

Bij ratten is zelfs door de schedel heen biofotonemissie gemeten die correleert met metabolische activiteit [155–157].

Biofotonen: functie of bijproduct?

De centrale vraag is:

Zijn biofotonen slechts bijproducten van biochemie, of hebben ze een biologische functie?

Sturende hypothese:

- ze **kunnen** dienen als **informatiedrager**
- vooral tijdens **cellulaire stress**
- en spelen mogelijk een rol in **bystandereffecten** bij straling

Hier start de koppeling tussen biofotonica en radiobiologie.

Bewijs voor cel-tot-cel communicatie via biofotonen

Het idee dat cellen licht gebruiken om met elkaar te communiceren klinkt bijna sciencefictionachtig. Maar inmiddels bestaat er robuust bewijs dat **biofotonen niet alleen worden uitgezonden**, maar ook daadwerkelijk **informatie overdragen** tussen cellen die geen fysiek of chemisch contact hebben.

Dit deel gaat over dat bewijs.

Bewijs voor cel-tot-cel communicatie via biofotonen

Onderzoekers hebben de afgelopen 40 jaar een reeks elegant ontworpen experimenten gedaan om uit te zoeken of biofotonen echt een **signaalfunctie** kunnen hebben.

Hier volgt het overtuigendste bewijs — stap voor stap.

Optisch gekoppelde maar fysiek gescheiden celculturen

Een klassieke aanpak om chemische communicatie uit te sluiten:

Opstelling:

- twee celculturen in aparte compartimenten
- géén direct contact
- géén gedeeld medium
- gescheiden door glasplaten met verschillende optische eigenschappen

Twee varianten:

1. Kwartsglas

- laat UV en zichtbaar licht door

2. Normaal glas

- blokkeert UV

Resultaten:

- bij kwartsglas → **bystandereffect treedt wel op**
- bij normaal glas → **effect verdwijnt of wordt sterk kleiner** [55]

Omdat alle chemische routes onmogelijk waren, moest het signaal dus **optisch** zijn.

Hiermee was voor het eerst aangetoond dat:

→ **Cellen lichtsignalen kunnen uitzenden die andere cellen biologisch beïnvloeden.**

UVA-fotonen als biologische boodschappers

Verschillende studies bij menselijke cellen hebben aangetoond dat bestraalde cellen **UVA-biofotonen** uitstoten.

Een invloedrijke studie [274]:

- menselijke huidcellen (HaCaT) bestraald met β -straling
- cellen gingen **UVA-fotonen** uitzenden
- die fotonen werden opgevangen door nabijgelegen onbestraalde cellen
- de onbestraalde cellen kregen **DNA-schade**, alsof ze zelf straling hadden ontvangen

Wanneer men een **UVA-filter** plaatste tussen de cellen, verdween het effect.

Dit toont aan:

- de biofotonen zelf dragen de informatie
- niet iets anders in het medium
- niet vluchtige stoffen
- niet hitte
- niet elektriciteit

Het was puur licht.

Bystanderrespons volgt het tijdsprofiel van biofotonen

In andere studies werd tegelijkertijd:

- biofotonemissie gemeten (met PMT's)
- en de respons in omliggende cellen (bijv. DNA-schade)

Resultaat:

- biofotonemissie piekt **enkele minuten** na bestraling
- bystanderschade in naburige cellen volgt **met dezelfde timing** [43]

→ **Het tijds patroon beduidt een oorzakelijke relatie.**

Wanneer onderzoekers een optische barrière plaatsten:

- **UVA-absorptiefilter** → **effect weg**
- **kwartsglas** → **effect blijft**

Dit is een van de sterkste bewijzen dat **biofotonen zelf de signaaldrager zijn.**

Bacteriën “zien” elkaars lichtsignalen

Bij bacteriën werd waargenomen dat:

- stress (bijv. toxines of UV) leidt tot een onmiddellijke stijging in biofotonemissie (dus communicatie) [102–106]
- naburige bacteriën die **geen contact** hebben, reageren met metabole veranderingen (na ontvangen van het biofotonen signaal)
- verschillende soorten zelfs **soort-specifieke lichtspectra** hebben [106]

Dit suggereert dat bacteriën **lichtpatronen gebruiken als vorm van quorum sensing**, naast chemische signalering.

Het klinkt vreemd, maar evolutionair gezien is het volkomen logisch:

Licht is snel, richtinggevoelig en onmiddellijk beschikbaar.

Geen wonder dat organismen het benutten. Er is geen efficiëntere, snellere manier van communiceren dan via licht. Miljaren jaren evolutie heeft dat uiteraard al lang door.

Neuronen reageren op lichtsignalen op afstand

Misschien het meest verbluffend:

Neuronen kunnen op afstand reageren op biofotonen.

In een experiment met menselijke neuroblastomacellen en primaire sensorische neuronen [60]:

- culturen fysiek gescheiden
- gescheiden door lucht
- alleen **optische koppeling** aanwezig
- geen gedeelde voedingsbodem

Toch:

- stimulatie van cultuur A → **calciumschommelingen** in cultuur B
- patroon bleef identiek zolang er optische koppeling was
- zodra men een UV-blokker plaatste → effect verdween

In sommige gevallen bleven de culturen **centimeters** van elkaar vandaan.

Dit is moeilijk te verklaren via chemische diffusie.

Interactie tussen mitochondriën via lichtsignalen

Een intrigerend experiment van Bat'ianov (1984) [237]:

- geïsoleerde mitochondriën werden in kwartsglazen cuvetten geplaatst
- mitochondriën in cuvet A kregen een chemische prikkel
- mitochondriën in cuvet B — fysiek gescheiden — veranderden *hun redoxstatus*

Dit werkte alleen wanneer:

- cuvetten door **kwartsglas** gescheiden werden
- niet wanneer glas UV absorbeerde (en de UV biofotonen tegenhield)

→ **Mitochondriën konden elkaars lichtsignalen “horen”.**

Deze experimenten zijn later ondersteund door theoretische analyses die laten zien dat mitochondriën:

- zowel significante biofotonemissie produceren
- als lichtgevoelige moleculen bevatten die het kunnen opvangen [238]

Planten als lichtcommunicerende netwerken

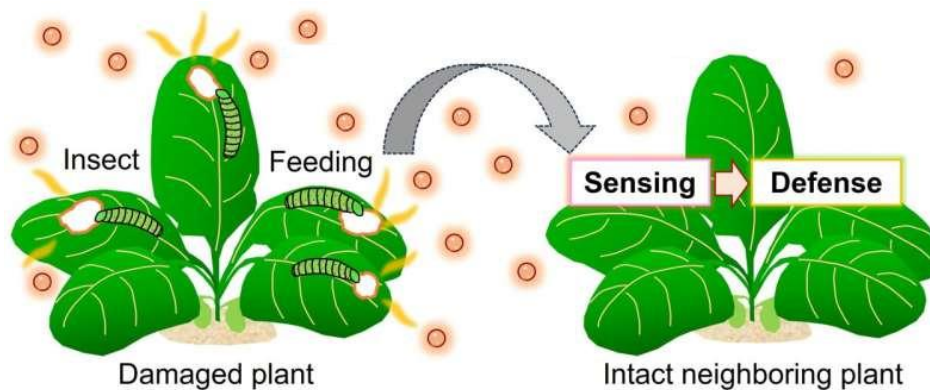
Plantenexperiments laten zien dat:

- een plant onder stress biofotonen uitzendt
- naburige planten zelfs zonder lucht- of wortelcontact **gelijktijdige stressreacties** krijgen [113–124]

Planten blijken extreem gevoelig voor lichtfluctuaties.

Sommige onderzoekers noemen dit:

“vegetative photonic communication”.



Samenvattend bewijs

Over verschillende organismen heen:

- bacteriën
- planten
- dierlijke cellen
- menselijke cellen
- neuronen
- mitochondriën

is hetzelfde patroon gezien:

- ✓ Een gestreste cel zendt meer biofotonen uit
- ✓ Een onbestraalde cel kan die fotonen waarnemen
- ✓ De onbestraalde cel verandert haar gedrag
- ✓ Filters die de biofotonen blokkeren, breken de communicatie
- ✓ Chemische signalen zijn niet nodig

Dit is geen bij toeval ontstane observatie:
het is een **repliceerbaar biologisch fenomeen**.

De definitie van wetenschappelijk bewijs! Maar toch blijven biofotonen bestempeld worden als niet relevant of als pseudowetenschap. Denkt u maar eens goed na, waarom dat zo is en wie daar belang bij heeft.

Mechanismen van kanker, Mitochondriën bystandereffecten

Kanker. F.A. Popp, een van de meest geciteerde onderzoekers op het gebied van biofotonen en tevens de oorspronkelijke bedenker van de term biofoton/biofotonen, stelde dat kanker kan worden opgevat als een toestand van ontregelde celdeling waarbij cellen hun vermogen tot coherente lichtcommunicatie verliezen. In zijn theoretische model functioneren gezonde cellen als een optisch gecoördineerd systeem waarin voortdurend biofotonen = informatiepakketjes worden uitgewisseld. Deze lichtemissie zou bijdragen aan een coherent fotonen-informatieveld dat cellen continu informeert over hun fysiologische status, gezondheidstoestand en functionele activiteit, zodat cellulaire processen in overeenstemming blijven met het grotere geheel van het organisme.

Het menselijk lichaam bestaat uit naar schatting 30 tot 40 biljoen cellen. Wanneer we kijken naar een essentieel orgaan zoals de lever, spreken we al over miljarden cellen die gezamenlijk het orgaan functioneren. Elke cel kan worden beschouwd als een zelfstandig functionerende eenheid met eigen organellen (celorganen) die verantwoordelijk zijn voor energieproductie, metabolisme en regulatie. De centrale vraag binnen de biologie is hoe deze enorme populatie cellen weet hoe zij hun activiteiten op elkaar moeten afstemmen, zodat een orgaan — en uiteindelijk het gehele organisme — als geïntegreerd systeem blijft functioneren. Volgens Popp wijst de aanwezigheid van ultra-zwakke fotonemissie op een onderliggend biofotonen-informatieveld dat fungeert als een soort biologisch communicatienetwerk, waarbij elke cel zowel zender als ontvanger van coherente fotoninformatie is. Dit veld zou volgens zijn hypothese de continue communicatie en coördinatie tussen alle cellen van het lichaam mogelijk maken.

Bij kanker valt dat orkest uiteen; vanwege een gebrek aan lichtkracht en verstorende factoren zoals straling, emoties en chemische stoffen worden de biofotonen lichtsignalen chaotisch, ongecoördineerd. Kanker is volgens Popp dus geen “te veel licht” of “te weinig licht”, maar verlies van orde in de fotonenstroom. Hij kwam tot deze ontdekking omdat hij wou vaststellen hoe benzopyreen een beruchte kankerverwekkende stof, precies kanker veroorzaakte. Hij kwam erachter dat de stof licht rond de 380 nm opmerkelijk sterk absorbeerde. Waarna hij ontdekte dat levende cellen licht uitzonden op 380nm, wat dus verhinderd werd door benzopyreen, waardoor er een chaotische ongecontroleerde vorm van celdeling ontstaat wat ‘kanker’ noemen. Helaas voor Popp mag niemand aan de heilige graal komen van de farmaceutische industrie, dus zijn bevindingen werden afgedankt.

DNA-schade.

Het is keer op keer onomstotelijk bewezen dat cellen biofotonen kunnen uitzenden én dat andere cellen daar biologisch op reageren. Maar hoe leidt zo'n ultra-zwak lichtsignaal tot hele cascades van DNA-schade, ontsteking, of juist herstelprocessen?

Er zijn twee hoofdspelers die sterk naar voren komen:

1. Mitochondriën — de primaire zender én ontvanger van biofotonen

2. Exosomen — de secundaire, langzame boodschappers die het signaal voortzetten

Samen vormen ze een **twee-fasig communicatiesysteem**.

De rol van mitochondriën

Mitochondriën zijn cruciaal

- ze maken energie
- ze produceren reactieve zuurstofsoorten (ROS)
- ze ontvangen bewaren en genereren biofotonen
- ze beïnvloeden apoptose (geprogrammeerde celdood)

Na bestraling:

- mitochondriën produceren **meer ROS**
- daardoor ontstaat **meer biofotonemissie** wat ze kunnen gebruiken om te communiceren met omliggende cellen [299]
- deze fotonen worden door naburige cellen waargenomen
- wat in die cellen een *eigen* mitochondriale stressreactie veroorzaakt [50][51]

Waarom mitochondriën?

Omdat mitochondriën boordevol **lichtgevoelige moleculen** zitten:

- flavoproteïnen
- porfyrienen
- NADH/FADH-chromoforen

Deze moleculen absorberen licht in het UV-blauwe spectrum en het nabij infrarode spectrum — precies waar biofotonen vaak vallen.

Hoe kan een mitochondrion een foton “voelen”?

Wanneer een biofoton wordt geabsorbeerd:

1. een redoxmolecuul (bijv. FAD) springt tijdelijk naar een aangeslagen toestand
2. het valt terug → ROS-generatie verandert
3. dit activeert signaalroutes (bijvoorbeeld NF-κB, calciumfluxen)
4. de cel start een stress- of ontstekingsreactie

Het resultaat is dat een **lichtsignaal** zich omzet in **biochemische activiteit**.

Mitochondriën zijn ook zélf signaalzenders

Bestraling veroorzaakt:

- beschadigd mitochondriaal DNA (mtDNA)
- lekkage van mtDNA naar het cytoplasma
- vrijgave via *vesikels* (blaasjes) [51][320]

mtDNA werkt als een **gevaarssignaal** ("DAMPs" – danger-associated molecular patterns).

Wanneer een cel dus eerst een biofoton ontvangt, kan dat leiden tot:

- veranderingen in redoxbalans
 - activering van ontstekingspaden
 - afgifte van signaalmoleculen
 - toename van exosoomsecretie
 - secundaire schade in omliggende cellen
-

Experimenteel bewijs dat mitochondriën essentieel zijn

Het bystandereffect wordt:

- **sterk verminderd** wanneer mitochondriën worden uitgeschakeld of beschadigd
- **versterkt** wanneer ROS-productie toeneemt

Voorbeelden:

- rho-0 cellen (zonder mitochondriaal DNA) vertonen **geen** of een sterk verminderde bystanderespons [51][307]
- mitochondriale remmers verminderen biofoton-signaleringskracht [313]
- verhoogde mitochondriale activiteit → verhoogde biofotonemissie → sterker RIBE

Mitochondriën zijn dus zowel **zender** als **ontvanger** van lichtsignalen.

Exosomen: de tweede golf van bystander-communicatie

Exosomen zijn kleine blaasjes (30–150 nm) die cellen afgeven. Ze bevatten:

- microRNA
- fragmenten van DNA, inclusief mtDNA
- eiwitten
- lipiden
- metabolieten

Ze functioneren als: “**moleculaire pakketjes**”

— cellen sturen ze naar elkaar om informatie te verzenden.

Wat blijkt nu?

Bestraling met Ioniserende straling (radio actieve straling) is zeer gevaarlijk voor het lichaam. Testen met Bestraling met Ioniserende straling tonen echter wat opmerkelijke zaken aan het:

- verhoogt **exosoomproductie** [52][333]
- verandert de **inhoud** van exosomen (bijv. meer miR-21, miR-7, miR-769-5p) [52][340][344]
- de exosomen veroorzaken **DNA-schade, autophagie of ontsteking** in onbestraalde cellen

Cruciale ontdekking:

Niet-bestraalde cellen die alleen biofotonen ontvangen, gaan zélf exosomen afgeven. [276]

Dit is misschien wel het belangrijkste mechanisme in het lichaam

biofotonen vormen de **eerste, snelle signaalgolf**

- exosomen vormen de **tweede, trage golf**
 - zo kan een klein stralingsplekje effecten verspreiden over een groot gebied
-

Chemisch vs fysisch: hoe werken de golven samen?

Fase 1: fysische signalering (milliseconden – minuten)

Biofotonen beïnvloeden:

- mitochondriën
- calciumfluxen
- ROS-balans
- redoxroutes
- signaaltransductie

Fase 2: biochemische signalering (minuten – uren)

Cellen beginnen:

- exosomen af te scheiden
- miRNA's te manipuleren
- ontstekingsroutes te activeren
- DNA-schade en herstelprogramma's te beïnvloeden
- apoptose (celsterfte) of proliferatie te reguleren

Fase 3: multiële cellulaire reacties (uren – dagen)

Zoals:

- DNA dubbele-strengsbreuken [252]
- apoptose of overleving [325]
- ontsteking [34]
- fibrose [35]
- veranderingen in melaninestimulatie [273]

Deze lagen samen verklaren waarom bystandereffecten:

- soms lokaal zijn
- soms zich door grote weefsels verspreiden
- soms zelfs systemisch worden (abscopale effecten) [31][32]

RIBE als geïntegreerd signaalnetwerk

Het geheel lijkt op een biologische versie van wifi + pakketpost:

Biofotonen = realtime signaalfits

snel, directioneel, vrijwel instantaan

Exosomen = gedetailleerde boodschappen

traag, complex, langdurige impact

Samen zorgen ze ervoor dat:

- *cellen die niet bestraald zijn*
- *tóch reageren alsof ze dat wel waren*

Dit geeft een volledig nieuw perspectief op radiobiologie.

Conclusie en toekomstperspectieven

In de voorgaande delen zagen we hoe biofotonen niet alleen bestaan als interessante bijproducten van cellulaire chemie, maar fungeren als **natuurlijke lichtsignalen** waarmee cellen informatie uitwisselen. Dit inzicht verandert de manier waarop we naar ziekte, gezondheid en communicatie tussen cellen kijken. Hier volgt de belangwekkende uiteenzetting van de feiten. Onderzoek van de afgelopen decennia toont overtuigend aan dat:

- ✓ **alle levende systemen continu ultra-zwak licht uitzenden**
- ✓ **de intensiteit en het spectrum afhankelijk zijn van de fysiologische toestand**
- ✓ **cellen elkaars biofotonen kunnen ontvangen**
- ✓ **biofotonen biologische reacties in andere cellen kunnen activeren**
- ✓ **biofotonen een cruciale rol spelen in stralingsgeïnduceerde bystandereffecten**
- ✓ **mitochondriën en exosomen hierin centrale knooppunten zijn**
- ✓ **biofotonen in het lichaam zijn te verhogen met infrarode lasers rond de 800nm welke vermoedelijk Via Second Harmonic Generation (SHG) omget worden naar andere lichtkleuren/golflengten +-400nm +-200nm.**

Het geheel wijst op een geïntegreerd model van cel-tot-cel communicatie waarin **fysische signalering (licht)** en **biochemische signalering (exosomen)** elkaar aanvullen.

Nieuwe inzichten in radiobiologie

Traditionele radiobiologie leunde vooral op het **doelwitmodel**:

- straling → DNA-schade → biologische effecten

Maar bij lage doses werkt dat model slecht. Bystandereffecten tonen aan dat:

- cellen die **geen straling** ontvangen, toch reageren
- schade zich kan verspreiden door een weefsel
- het effect soms zelfs op afstand in andere organen optreedt (abscopale effecten) [31][32]

Biofoton-signalen bieden een logische verklaring voor:

- snelle verspreiding van stresssignalen
- effecten over enkele millimeters tot centimeters
- reacties via uitsluitend optische koppeling
- effecten die optreden **zonder fysieke overdracht van chemische stoffen**

Het is daarom waarschijnlijk dat:

Lage-dosisstraling moet worden gezien als een *communicatieve prikkel*, niet alleen als fysiek letsel.

Biofotonen als diagnostisch hulpmiddel

Biofotonemissie is sterk gerelateerd aan:

- oxidatieve stress
- metabole status
- DNA-herstel
- ontsteking
- veroudering
- tumorvorming

Onderzoek laat zien dat de **spectrale kenmerken** en **intensiteit** van biofotonen kunnen dienen als:

- biomarker voor kanker [160][163]
- indicator voor neurodegeneratieve ziekten (bijv. Alzheimer) [152]
- ontstekingsmonitor [162]
- huidveroudering [171]
- metabole ziekten zoals diabetes [194]

Een non-invasieve biofoton-scan kan dienen als:

een “lichtdiagnose” van cellulaire gezondheid.

Mogelijke implicaties voor therapie

Fotobiomodulatie

Therapie met laag-energetisch licht zoals biofotonen therapie met infrarode LED en lasers:

- beïnvloedt mitochondriaal redoxgedrag
- kan ROS verminderen
- kan biofotonemissie sturen [355]
- kan biofotonen reserves in mitochondriën aanvullen

Het idee dat **licht** cellen beïnvloedt, wordt hierdoor niet mystiek maar praktisch:

Extern coherent (laser) licht versterkt het systeem dat cellen intern al gebruiken.

Extern coherent (laser) licht toedienen middels lasers verhoogt de totale lichtbalans in het lichaam waardoor niet alleen zaken als ATP (energie) productie toeneemt. Maar ook het gehele zelfregulerende / zelfgenezende vermogen van het lichaam toeneemt.

Dit wordt fundamenteel onderbouwd met honderden studies en praktisch met de ervaringen met meer dan honderdduizend mensen bij de ruim 150 klinieken die reeds met Biofotonen therapie werken en honderden verschillende ziekten zijn genezen dankzij biofotonen therapie.

Een groter biologisch perspectief

Biofotonen verbinden radiobiologie met andere velden, zoals:

- plantcommunicatie
- neuronale signaaloverdracht
- stressbiologie
- immunologie
- quantum-biologie
- mitochondriale fysiologie

Er ontstaat een beeld van het lichaam als:

een zwak gloeiend, dynamisch lichtnetwerk waarin cellen via fotonen informatie uitwisselen.

De huidige kennis over dit lichtnetwerk nog primitief, maar evolutionair gezien is licht:

- snel
- richtinggevoelig
- energiezuinig
- overal beschikbaar

Het is dus logisch dat organismen dit benutten.

De toekomst van Biofotonen is groots want het kleurenspectrum van 750nm tot 850nm waar we de meeste biofotonen uit op kunnen nemen is aan het verdwijnen uit ons leven.

Moderne ramen blokkeren 87% van het infrarode zonlicht en ook LED lampen bevatten 99,9% minder van dit infrarood licht dan gloeilampen deden. [365]

Het wordt steeds belangrijker om biofotonen te verhogen in het lichaam en de effecten die dit heeft op het lichaam zijn steeds signifikanter. Investeren in kennis, onderzoek en biofotonen therapie is een logische stap die u en iedereen die u behandelt zal helpen energiever en gezonder te leven.

Voor apparatuur kijkt u op: <https://www.photon4health.nl/biofotonentherapie>

Referentielijst met klikbare URL's

1

D. Auerbeck

Low-dose non-targeted effects and mitochondrial control

Int J Mol Sci, 24 (14) (2023), Article 11460, [10.3390/ijms241411460](https://doi.org/10.3390/ijms241411460)

[View at publisher](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

2

United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation

Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR) 2020/2021 Report, Volume II

United Nations, New York (2022)

[Google Scholar](#)

3

L.E. Feinendegen

Evidence for beneficial low level radiation effects and radiation hormesis

Br J Radiol, 78 (925) (2015), pp. 3-7, [10.1259/bjr/63353075](https://doi.org/10.1259/bjr/63353075)

[Google Scholar](#)

4

E.J. Calabrese, G. Dhawan, R. Kapoor, *et al.*

What is hormesis and its relevance to healthy aging and longevity?

Biogerontology, 16 (2015), pp. 693-707, [10.1007/s10522-015-9601-0](https://doi.org/10.1007/s10522-015-9601-0)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

5

Y.S. Lau, M.T. Chew, A. Alqahtani, *et al.*

Low dose ionising radiation-induced hormesis: therapeutic implications to human health

Appl Sci, 11 (19) (2021), p. 8909, [10.3390/app11198909](https://doi.org/10.3390/app11198909)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

6

S. Jin, H. Jiang, L. Cai

New understanding of the low-dose radiation-induced hormesis

Radiat Med Prot, 1 (1) (2020), pp. 2-6, [10.1016/j.radmp.2020.01.004](https://doi.org/10.1016/j.radmp.2020.01.004)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

7

F.R. Tang, W.K. Loke

Molecular mechanisms of low dose ionizing radiation-induced hormesis, adaptive responses, radioresistance, bystander effects, and genomic instability

Int J Radiat Biol, 91 (1) (2015), pp. 13-27, [10.3109/09553002.2014.937510](https://doi.org/10.3109/09553002.2014.937510)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

8

A. Dawood, C. Mothersill, C. Seymour

Low dose ionizing radiation and the immune response: what is the role of non-targeted effects?

Int J Radiat Biol, 97 (10) (2021), pp. 1368-1382, [10.1080/09553002.2021.1962572](https://doi.org/10.1080/09553002.2021.1962572)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

9

N. Franco, J. Lamartine, V. Frouin, *et al.*

Low-dose exposure to gamma rays induces specific gene regulations in normal human keratinocytes

Radiat Res, 163 (6) (2005), pp. 623-635, [10.1667/rr3391](https://doi.org/10.1667/rr3391)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

10

R.L. Warters, A.T. Packard, G.F. Kramer, *et al.*

Differential gene expression in primary human skin keratinocytes and fibroblasts in response to ionizing radiation

Radiat Res, 172 (1) (2009), pp. 82-95, [10.1667/RR1677.1](https://doi.org/10.1667/RR1677.1)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

11

M. Belli, M.A. Tabocchini

Ionizing radiation-induced epigenetic modifications and their relevance to radiation protection

Int J Mol Sci, 21 (17) (2020), p. 5993, [10.3390/ijms21175993](https://doi.org/10.3390/ijms21175993)

[Google Scholar](#)

12

B. Sampadi, L.H.F. Mullenders, H. Vrieling
Low and high doses of ionizing radiation evoke discrete global (phospho)proteome responses
DNA Repair, 113 (2022), Article 103305, [10.1016/j.dnarep.2022.103305](https://doi.org/10.1016/j.dnarep.2022.103305)
[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

13

K. Rothkamm, M. Löbrich
Evidence for a lack of DNA double-strand break repair in human cells exposed to very low x-ray doses
Proc Natl Acad Sci U S A, 100 (9) (2003), pp. 5057-5062, [10.1073/pnas.0830918100](https://doi.org/10.1073/pnas.0830918100)
[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

14

D. Auerbeck
Non-targeted effects as a paradigm breaking evidence
Mutat Res, 687 (1-2) (2010), pp. 7-12, [10.1016/j.mrfmmm.2010.01.004](https://doi.org/10.1016/j.mrfmmm.2010.01.004)
[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

15

E.I. Azzam, S.M. de Toledo, T. Gooding, *et al.*
Intercellular communication is involved in the bystander regulation of gene expression in human cells exposed to very low fluences of alpha particles
Radiat Res, 150 (5) (1998), pp. 497-504
[Crossref](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

16

M.H. Barcellos-Hoff, A.L. Brooks
Extracellular signaling through the microenvironment: a hypothesis relating carcinogenesis, bystander effects, and genomic instability
Radiat Res, 156 (5 Pt 2) (2001), pp. 618-627, [10.1667/0033-7587\(2001\)156\[0618:esttma\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1667/0033-7587(2001)156[0618:esttma]2.0.co;2)
[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

17

P. Maguire, C. Mothersill, C. Seymour, *et al.*
Medium from irradiated cells induces dose-dependent mitochondrial changes and BCL2 responses in unirradiated human keratinocytes
Radiat Res, 163 (4) (2005), pp. 384-390, [10.1667/r3325](https://doi.org/10.1667/r3325)
[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

18

C. Mothersill, T.D. Stamato, M.L. Perez, *et al.*
Involvement of energy metabolism in the production of 'bystander effects' by radiation
Br J Cancer, 82 (10) (2000), pp. 1740-1746, [10.1054/bjoc.2000.1109](https://doi.org/10.1054/bjoc.2000.1109)
[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

19

F.M. Lyng, C.B. Seymour, C. Mothersill
Production of a signal by irradiated cells which leads to a response in unirradiated cells characteristic of initiation of apoptosis
Br J Cancer, 83 (9) (2000), pp. 1223-1230, [10.1054/bjoc.2000.1433](https://doi.org/10.1054/bjoc.2000.1433)
[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

20

M. Buonanno, S.M. de Toledo, D. Pain, *et al.*
Long-term consequences of radiation-induced bystander effects depend on radiation quality and dose and correlate with oxidative stress
Radiat Res, 175 (4) (2011), pp. 405-415, [10.1667/RR2461.1](https://doi.org/10.1667/RR2461.1)
[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

21

C. Shao, F.M. Lyng, M. Folkard, *et al.*
Calcium fluxes modulate the radiation-induced bystander responses in targeted glioma and fibroblast cells
Radiat Res, 166 (3) (2006), pp. 479-487, [10.1667/RR3600.1](https://doi.org/10.1667/RR3600.1)
[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

22

W.F. Morgan
Is there a common mechanism underlying genomic instability, bystander effects and other nontargeted effects of exposure to ionizing radiation?
Oncogene, 22 (45) (2003), pp. 7094-7099, [10.1038/sj.onc.1206992](https://doi.org/10.1038/sj.onc.1206992)
[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

23

G.J. Kim, K. Chandrasekaran, W.F. Morgan
Mitochondrial dysfunction, persistently elevated levels of reactive oxygen species and radiation-induced genomic instability: a review
Mutagenesis, 21 (6) (2006), pp. 361-367, [10.1093/mutage/gel048](https://doi.org/10.1093/mutage/gel048)
[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

24

G.J. Kim, G.M. Fiskum, W.F. Morgan
A role for mitochondrial dysfunction in perpetuating radiation-induced genomic instability
Cancer Res, 66 (21) (2006), pp. 10377-10383, [10.1158/0008-5472.CAN-05-3036](https://doi.org/10.1158/0008-5472.CAN-05-3036)
[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

25

C. Mothersill, T.D. Stamato, M.L. Perez, *et al.*
Involvement of energy metabolism in the production of 'bystander effects' by radiation
Br J Cancer, 82 (10) (2000), pp. 1740-1746, [10.1054/bjoc.2000.1109](https://doi.org/10.1054/bjoc.2000.1109)
[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

26

M. Mancuso, E. Pasquali, S. Leonardi, *et al.*
Role of connexin43 and ATP in long-range bystander radiation damage and oncogenesis *in vivo*
Oncogene, 30 (45) (2011), pp. 4601-4608, [10.1038/onc.2011.176](https://doi.org/10.1038/onc.2011.176)
[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

27

C. Kong, W. Song, T. Fu
Systemic inflammatory response syndrome is triggered by mitochondrial damage
Mol Med Rep, 25 (4) (2022), p. 147, [10.3892/mmr.2022.12663](https://doi.org/10.3892/mmr.2022.12663)
submitted for publication
[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

28

J.L. Redpath, D. Liang, T.H. Taylor, *et al.*
The shape of the dose-response curve for radiation-induced neoplastic transformation *in vitro*: evidence for an adaptive response against neoplastic transformation at low doses of low-LET radiation
Radiat Res, 156 (6) (2001), pp. 700-707, [10.1667/0033-7587\(2001\)156\[0700:tsotdr\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1667/0033-7587(2001)156[0700:tsotdr]2.0.co;2)
[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

29

L.A. Ryan, C.B. Seymour, M.C. Joiner, *et al.*
Radiation-induced adaptive response is not seen in cell lines showing a bystander effect but is seen in lines showing HRS/IRR response
Int J Radiat Biol, 85 (1) (2009), pp. 87-95, [10.1080/09553000802635062](https://doi.org/10.1080/09553000802635062)
[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

30

D.I. Portess, G. Bauer, M.A. Hill, *et al.*
Low-dose irradiation of nontransformed cells stimulates the selective removal of precancerous cells via intercellular induction of apoptosis
Cancer Res, 67 (3) (2007), pp. 1246-1253, [10.1158/0008-5472.CAN-06-2985](https://doi.org/10.1158/0008-5472.CAN-06-2985)
[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

31

S. Pazzaglia, B. Tanno, I. De Stefano, *et al.*
Micro-RNA and proteomic profiles of plasma-derived exosomes from irradiated mice reveal molecular changes preventing apoptosis in neonatal cerebellum
Int J Mol Sci, 23 (4) (2022), p. 2169, [10.3390/ijms23042169](https://doi.org/10.3390/ijms23042169)
[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

32

S. Pazzaglia, M. Eidemüller, K. Lumniczky, *et al.*
Out-of-field effects: lessons learned from partial body exposure
Radiat Environ Biophys, 61 (4) (2022), pp. 485-504, [10.1007/s00411-022-00988-0](https://doi.org/10.1007/s00411-022-00988-0)
[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

33

T.H. Habets, T. Oth, A.W. Houben, *et al.*
Fractionated radiotherapy with 3 x 8 Gy induces systemic anti-tumour responses and abscopal tumour inhibition without modulating the humoral anti-tumour response
PLoS One, 11 (7) (2016), Article e0159515, [10.1371/journal.pone.0159515](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0159515)
[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

34

S. Diegeler, C.E. Hellweg

Intercellular communication of tumor cells and immune cells after exposure to different ionizing radiation qualities

Front Immunol, 8 (2017), p. 664, [10.3389/fimmu.2017.00664](https://doi.org/10.3389/fimmu.2017.00664)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

35

F. Rödel, B. Frey, U. Gaipl, *et al.*

Modulation of inflammatory immune reactions by low-dose ionizing radiation: molecular mechanisms and clinical application

Curr Med Chem, 19 (12) (2012), pp. 1741-1750, [10.2174/092986712800099866](https://doi.org/10.2174/092986712800099866)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

36

B. Tanno, F. Novelli, S. Leonardi, *et al.*

MiRNA-mediated fibrosis in the out-of-target heart following partial-body irradiation

Cancers, 14 (14) (2022), p. 3463, [10.3390/cancers14143463](https://doi.org/10.3390/cancers14143463)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

37

E.J. Calabrese, L.A. Baldwin

Defining hormesis

Hum Exp Toxicol, 21 (2) (2002), pp. 91-97, [10.1191/0960327102ht217oa](https://doi.org/10.1191/0960327102ht217oa)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

38

E.J. Calabrese

Linear non-threshold (LNT) fails numerous toxicological stress tests: implications for continued policy use

Chem Biol Interact, 365 (2022), Article 110064, [10.1016/j.cbi.2022.110064](https://doi.org/10.1016/j.cbi.2022.110064)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

39

E. Agathokleous, E.J. Calabrese

Hormesis: a general biological principle

Chem Res Toxicol, 35 (4) (2022), pp. 547-549, [10.1021/acs.chemrestox.2c00032](https://doi.org/10.1021/acs.chemrestox.2c00032)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

40

M.M. Sthijns, A.R. Weseler, A. Bast, *et al.*

Time in redox adaptation processes: from evolution to hormesis

Int J Mol Sci, 17 (10) (2016), p. 1649, [10.3390/ijms17101649](https://doi.org/10.3390/ijms17101649)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

41

E.J. Calabrese, G. Dhawan, R. Kapoor, *et al.*

HORMESIS: a fundamental concept with widespread biological and biomedical applications

Gerontology, 62 (5) (2016), pp. 530-535, [10.1159/000441520](https://doi.org/10.1159/000441520)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

42

R.E. Mitchel

Low doses of radiation are protective *in vitro* and *in vivo*: evolutionary origins

Dose Response, 4 (2) (2006), pp. 75-90, [10.2203/dose-response.04-002.Mitchel](https://doi.org/10.2203/dose-response.04-002.Mitchel)

[Google Scholar](#)

43

G. Olivieri, J. Bodycote, S. Wolff

Adaptive response of human lymphocytes to low concentrations of radioactive thymidine

Science, 223 (4636) (1984), pp. 594-597, [10.1126/science.6695170](https://doi.org/10.1126/science.6695170)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

44

S. Wolff, V. Afzal, J.K. Wiencke, *et al.*

Human lymphocytes exposed to low doses of ionizing radiations become refractory to high doses of radiation as well as to chemical mutagens that induce double-strand breaks in DNA

Int J Radiat Biol Relat Stud Phys Chem Med, 53 (1) (1988), pp. 39-47, [10.1080/09553008814550401](https://doi.org/10.1080/09553008814550401)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

45

S. Wolff

Aspects of the adaptive response to very low doses of radiation and other agents

Mutat Res, 358 (2) (1996), pp. 135-142, [10.1016/s0027-5107\(96\)00114-5](https://doi.org/10.1016/s0027-5107(96)00114-5)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[46](#)

S. Su, S. Zhou, C. Wen

Evidence for adaptive response in a molecular epidemiological study of the inhabitants of a high background-radiation area of Yangjiang, China

Health Phys, 115 (2) (2018), pp. 227-234, [10.1097/HP.0000000000000860](#)

[Google Scholar](#)

[47](#)

E.I. Azzam, S.M. de Toledo, T. Gooding, *et al.*

Intercellular communication is involved in the bystander regulation of gene expression in human cells exposed to very low fluences of alpha particles

Radiat Res, 150 (5) (1998), pp. 497-504

[CrossrefView in ScopusGoogle Scholar](#)

[48](#)

J.R. Whiteside, T.J. McMillan

A bystander effect is induced in human cells treated with UVA radiation but not UVB radiation

Radiat Res, 171 (2) (2009), pp. 204-211, [10.1667/RR1508.1](#)

[View in ScopusGoogle Scholar](#)

[49](#)

J.R. Whiteside, S.L. Allinson, T.J. McMillan

Timeframes of UVA-induced bystander effects in human keratinocytes

Photochem Photobiol, 87 (2) (2011), pp. 435-440, [10.1111/j.1751-1097.2010.00881.x](#)

[View in ScopusGoogle Scholar](#)

[50](#)

B.E. Lehnert, E.H. Goodwin, A. Deshpande

Extracellular factor(s) following exposure to alpha particles can cause sister chromatid exchanges in normal human cells

Cancer Res, 57 (11) (1997), pp. 2164-2171

Cancer Res. 2003;63(6):1439

[View in ScopusGoogle Scholar](#)

[51](#)

K.M. Prise, O.V. Belyakov, M. Folkard, *et al.*

Studies of bystander effects in human fibroblasts using a charged particle microbeam

Int J Radiat Biol, 74 (6) (1998), pp. 793-798, [10.1080/095530098141087](#)

[View in ScopusGoogle Scholar](#)

[52](#)

F.M. Lyng, C.B. Seymour, C. Mothersill

Initiation of apoptosis in cells exposed to medium from the progeny of irradiated cells: a possible mechanism for bystander-induced genomic instability?

Radiat Res, 157 (4) (2002), pp. 365-370, [10.1667/0033-7587\(2002\)157\[0365:ioaice\]2.0.co;2](#)

[View in ScopusGoogle Scholar](#)

[53](#)

C. Mothersill, A. Rusin, C. Fernandez-Palomo, *et al.*

History of bystander effects research 1905-present: what is in a name?

Int J Radiat Biol, 94 (8) (2018), pp. 696-707, [10.1080/09553002.2017.1398436](#)

[View in ScopusGoogle Scholar](#)

[54](#)

Y. Du, S. Du, L. Liu, *et al.*

Radiation-induced bystander effect can be transmitted through exosomes using miRNAs as effector molecules

Radiat Res, 194 (1) (2020), pp. 89-100, [10.1667/RADE-20-00019.1](#)

[View in ScopusGoogle Scholar](#)

[55](#)

C. Mothersill, C.B. Seymour

Radiation-induced bystander effects--implications for cancer

Nat Rev Cancer, 4 (2) (2004), pp. 158-164, [10.1038/nrc1277](#)

[View in ScopusGoogle Scholar](#)

[56](#)

R. Yahyapour, E. Motevaseli, A. Rezaeyan, *et al.*

Mechanisms of radiation bystander and non-targeted effects: implications to radiation carcinogenesis and radiotherapy

Curr Radiopharm, 11 (1) (2018), pp. 34-45, [10.2174/1874471011666171229123130](#)

[View in ScopusGoogle Scholar](#)

[57](#)

M.V. Trushin

Distant non-chemical communication in various biological systems

Riv Biol, 97 (3) (2004), pp. 409-442

[View in ScopusGoogle Scholar](#)

58

M.V. Trushin

The possible role of electromagnetic fields in bacterial communication
J Microbiol Immunol Infect, 36 (3) (2003), pp. 153-160

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

59

M. Cifra, J.Z. Fields, A. Farhadi

Electromagnetic cellular interactions

Prog Biophys Mol Biol, 105 (3) (2011), pp. 223-246, [10.1016/j.pbiomolbio.2010.07.003](#)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

60

A. Farhadi, C. Forsyth, A. Banan, *et al.*

Evidence for non-chemical, non-electrical intercellular signaling in intestinal epithelial cells

Bioelectrochemistry, 71 (2) (2007), pp. 142-148, [10.1016/j.bioelechem.2007.03.001](#)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

61

V.V. Chaban, T. Cho, C.B. Reid, *et al.*

Physically disconnected non-diffusible cell-to-cell communication between neuroblastoma SH-SY5Y and DRG primary sensory neurons

Am J Transl Res, 5 (1) (2013), pp. 69-79

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

62

F. Scholkmann, D. Fels, M. Cifra

Non-chemical and non-contact cell-to-cell communication: a short review

Am J Transl Res, 5 (6) (2013), pp. 586-593

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

63

S.K. Dhiman, P. Galland

Effects of weak static magnetic fields on the gene expression of seedlings of Arabidopsis thaliana

J Plant Physiol, 231 (2018), pp. 9-18, [10.1016/j.jplph.2018.08.016](#)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

64

M. Bischof

Biophotons- the light in our cells

J Optometric Photother (2005), pp. 1-5

[Crossref](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

65

H.J. Niggli

Ultraweak photons emitted by cells: biophotons

J Photochem Photobiol, B, 14 (1-2) (1992), pp. 144-146, [10.1016/1011-1344\(92\)85090-h](#)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

66

K. Creath

A look at some systemic properties of self-bioluminescent emission

Proc SPIE, 7057 (2008), pp. 705708-705711

[Crossref](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

67

R.P. Bajpai, E.P. Van Wijk, R. Van Wijk, *et al.*

Attributes characterizing spontaneous ultra-weak photon signals of human subjects

J Photochem Photobiol, B, 129 (2013), pp. 6-16, [10.1016/j.jphotobiol.2013.09.002](#)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

68

J. Cohen, T.K. Nguyen, D.R. Chettle, *et al.*

Quantifying biophoton emissions from human cells directly exposed to low-dose gamma radiation

Dose Response, 18 (2) (2020), Article 1559325820926763, [10.1177/1559325820926763](#)

[Google Scholar](#)

69

M. Le, C.E. Mothersill, C.B. Seymour, *et al.*

Factors affecting ultraviolet-A photon emission from β -irradiated human keratinocyte cells

Phys Med Biol, 60 (16) (2015), pp. 6371-6389, [10.1088/0031-9155/60/16/6371](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

70

C. Mothersill, C. Seymour, A. Armstrong, *et al.*

Ultra-violet light emission from HPV-G cells irradiated with low LET radiation from ^{90}Y ; Consequences for radiation induced bystander effects

Dose Response, 11 (4) (2013), pp. 498-516, [10.2203/dose-response.12-048](#)(Ahmad)[Google Scholar](#)

71

C.L. Ross

Energy medicine: Current status and future perspectives

Glob Adv Health Med, 27 (2019), Article 8:2164956119831221, [10.1177/2164956119831221](https://doi.org/10.1177/2164956119831221)

[Google Scholar](#)

72

J. Slawinski, A. Ezzahir, M. Godlewski, *et al.*

Stress-induced photon emission from perturbed organisms

Experientia, 48 (11-12) (1992), pp. 1041-1058, [10.1007/BF01947992](https://doi.org/10.1007/BF01947992)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

73

P. Xu, M. Wang, W.M. Song, *et al.*

The landscape of human tissue and cell type specific expression and co-regulation of senescence genes

Mol Neurodegener, 17 (1) (2022), p. 5, [10.1186/s13024-021-00507-7](https://doi.org/10.1186/s13024-021-00507-7)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

74

G.G. Powathil, A.J. Munro, M.A. Chaplain, *et al.*

Bystander effects and their implications for clinical radiation therapy: insights from multiscale in silico experiments

J Theor Biol, 401 (2016), pp. 1-14, [10.1016/j.jtbi.2016.04.010](https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2016.04.010)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

75

R.B. Naumann, N.S. Sabounchi, J. Kuhlberg, *et al.*

Simulating congestion pricing policy impacts on pedestrian safety using a system dynamics approach

Accid Anal Prev, 171 (2022), Article 106662, [10.1016/j.aap.2022.106662](https://doi.org/10.1016/j.aap.2022.106662)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

76

A.G. Gurwitsch

Die Vererbung als Verwirklichungsvorgang

Biol Zent, 32 (1912), pp. 458-486

[Google Scholar](#)

77

A. Gurwitsch

Physikalisches über mitogenetische Strahlen

Archiv f mikr Anat u Entwicklungsmechanik, 103 (3-4) (1924), pp. 490-498, [10.1007/BF02107498](https://doi.org/10.1007/BF02107498)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

78

A.A. Gurwitsch

A historical review of the problem of mitogenetic radiation

Experientia, 44 (7) (1988), pp. 545-550, [10.1007/BF01953301](https://doi.org/10.1007/BF01953301)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

79

W.J. Stempell

Invisible radiations of the living organism

Mitogenetic radiations. Die Unsichtbare Strahlung Der Lebewesen (1932), p. 24

[Google Scholar](#)

80

I. Volodyaev, L.V. Belousov

Revisiting the mitogenetic effect of ultra-weak photon emission

Front Physiol, 6 (2015), p. 241, [10.3389/fphys.2015.00241](https://doi.org/10.3389/fphys.2015.00241)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

81

O. Rahn, S.W. Barnes

Invisible radiations of organisms

Protoplasma - Monographien, Borntraeger, Berlin (1936)

[Google Scholar](#)

82

Gurvich

The problem of mitogenic radiation as an aspect of molecular biology (1968)

[Google Scholar](#)

83

E.V. Naumova, A.E. Naumova, D.A. Isaev, *et al.*

Historical review of early researches on mitogenetic radiation: from discovery to cancer diagnostics

J Biomed Photon Eng, 4 (4) (2018), p. 31, [10.18287/JBPE18.04.040201](https://doi.org/10.18287/JBPE18.04.040201)

[Google Scholar](#)

84

P. Pospíšil, A. Prasad, M. Rác

Role of reactive oxygen species in ultra-weak photon emission in biological systems

J Photochem Photobiol, B, 139 (2014), pp. 11-23, [10.1016/j.jphotobiol.2014.02.008](https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2014.02.008)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

85

B. Ruth, F.A. Popp

Experimentelle Untersuchungen zur ultraschwachen Photonenemission biologischer Systeme

Z Naturforsch C Biosci, 31 (11-12) (1976), pp. 741-745

[Crossref](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

86

F.A. Popp, W. Nagl, K.H. Li, *et al.*

Biophoton emission. New evidence for coherence and DNA as source

Cell Biophys, 6 (1) (1984), pp. 33-52, [10.1007/BF02788579](https://doi.org/10.1007/BF02788579)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

87

F.A. Popp

Properties of biophotons and their theoretical implications

Indian J Exp Biol, 41 (5) (2003), pp. 391-402

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

88

B. Devaraj, M. Usa, H. Inaba

Biophotons: ultraweak light emission from living systems

Curr Opin Solid State Mater Sci, 2 (2) (1997), pp. 188-193, [10.1016/S1359-0286\(97\)80064-2](https://doi.org/10.1016/S1359-0286(97)80064-2)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

89

J.J. Chang

Physical properties of biophotons and their biological functions

Indian J Exp Biol, 46 (5) (2008), pp. 371-377

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

90

S. Das, K.U. Rehman, G.Y. Zhuo, *et al.*

Spontaneous loss versus stimulation gain in pump-probe microscopy: a proof of concept demonstration

J Biomed Opt, 25 (3) (2020), pp. 1-11, [10.1117/1.JBO.25.3.036501](https://doi.org/10.1117/1.JBO.25.3.036501)

[Google Scholar](#)

91

R. Van Wijk

Light in shaping life

In: Biophotons in Biology and Medicine, Boeken Service, Amsterdam, Netherlands (2014)

[Google Scholar](#)

92

R. Van Wijk, E.P. Van Wijk, F.A. Wiegant, *et al.*

Free radicals and low-level photon emission in human pathogenesis: state of the art

Indian J Exp Biol, 46 (5) (2008), pp. 273-309

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

93

E. Cadenas, A. Boveris, B. Chance

Low-level chemiluminescence of bovine heart submitochondrial particles

Biochem J, 186 (3) (1980), pp. 659-667, [10.1042/bj1860659](https://doi.org/10.1042/bj1860659)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

94

H.J. Niggli, S. Tudisco, L. Lanza, *et al.*

Laser-ultraviolet-A induced ultra weak photon emission in human skin cells: a biophotonic comparison between keratinocytes and fibroblasts

Indian J Exp Biol, 46 (5) (2008), pp. 358-363

[Google Scholar](#)

95

H.J. Niggli

The cell nucleus of cultured melanoma cells as a source of ultraweak photon emission

Naturwissenschaften, 83 (1) (1996), pp. 41-44, [10.1007/BF01139311](https://doi.org/10.1007/BF01139311)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

96

B. Devaraj, R.Q. Scott, P. Roschger, *et al.*

Ultraweak light emission from rat liver nuclei

Photochem Photobiol, 54 (2) (1991), pp. 289-293, [10.1111/j.1751-1097.1991.tb02018.x](https://doi.org/10.1111/j.1751-1097.1991.tb02018.x)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[97](#)

M. Kobayashi, K. Sasaki, M. Enomoto, *et al.*

Highly sensitive determination of transient generation of biophotons during hypersensitive response to cucumber mosaic virus in cowpea

J Exp Bot, 58 (3) (2007), pp. 465-472, [10.1093/jxb/erl215](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[98](#)

J.J. Chang, J. Fisch, F.A. Popp

Biophotons

Springer, Berlin (1998), pp. 323-339, [10.1007/978-94-017-0928-6_21](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[99](#)

H. Schwabl, H. Klima

Spontaneous ultraweak photon emission from biological systems and the endogenous light field

Forsch Komplementarmed Klass Naturheilkd, 12 (2) (2005), pp. 84-89, [10.1159/000083960](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[100](#)

R. Hammerschlag, M. Levin, R. McCraty, *et al.*

Biofield physiology: a Framework for an emerging Discipline

Glob Adv Health Med, 4 (2015), pp. 35-41, [10.7453/gahmj.2015.015.suppl](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[101](#)

W.P. Mei

On the Biological nature of biophotons

Bioelectrodynamics and Biocommunication (1994), pp. 269-291, [10.1142/9789814503822_0011](#)

[Google Scholar](#)

[102](#)

O. Kučera, M. Cifra

Cell-to-cell signaling through light: just a ghost of chance?

Cell Commun Signal, 11 (2013), p. 87, [10.1186/1478-811X-11-87](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[103](#)

D. Fels

Cellular communication through light

PLoS One, 4 (4) (2009), p. 5086, [10.1371/journal.pone.0005086](#)

[Google Scholar](#)

[104](#)

R.N. Tilbury, T.I. Quickenden

Spectral and time dependence studies of the ultraweak bioluminescence emitted by the bacterium

Escherichia coli

Photochem Photobiol, 47 (1) (1988), pp. 145-150, [10.1111/j.1751-1097.1988.tb02704.x](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[105](#)

R.N. Tilbury

The effect of stress factors on the spontaneous photon emission from microorganisms

Experientia, 48 (11-12) (1992), pp. 1030-1041, [10.1007/BF01947991](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[106](#)

R.N. Tilbury, T.I. Quickenden

Luminescence from the yeast *Candida utilis* and comparisons across three genera

J Biolumin Chemilumin, 7 (4) (1992), pp. 245-253, [10.1002/bio.1170070404](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[107](#)

M. Godlewski, Z. Rajfur, J. Sławiński, *et al.*

Spectra of the formaldehyde-induced ultraweak luminescence from yeast cells

J Photochem Photobiol, B, 21 (1) (1993), pp. 29-35, [10.1016/1011-1344\(93\)80160-b](#)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[108](#)

L.W.E. Tessaro, B.T. Dotta, M.A. Persinger

Bacterial biophotons as non-local information carriers: species-specific spectral characteristics of a stress response

Microbiologyopen, 8 (6) (2019), Article e00761, [10.1002/mbo3.761](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[109](#)

F.M. Laager, N.M. Becker, S.H. Park, *et al.*

Effects of Lac operon activation, deletion of the Yhha gene, and the removal of oxygen on the ultra-weak photon emission of *Escherichia coli*

Electromagn Biol Med, 28 (3) (2009), pp. 240-249, [10.3109/15368370903065820](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[110](#)

T.I. Quickenden, R.N. Tilbury

Luminescence spectra of exponential and stationary phase cultures of respiratory deficient *Saccharomyces cerevisiae*

J Photochem Photobiol, B, 8 (2) (1991), pp. 169-174, [10.1016/1011-1344\(91\)80055-m](#)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[111](#)

R.P. Bajpai, P.K. Bajpai

Light-induced biophotonic emission from plant tissues

J Biolumin Chemilumin, 7 (3) (1992), pp. 177-184, [10.1002/bio.1170070304](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[112](#)

F.A. Popp, B. Ruth, W. Bahr, *et al.*

Emission of visible and ultraviolet radiation by active biological systems

Collect Phenom, 3 (1981), pp. 187-214

[Google Scholar](#)

[113](#)

B. Chao

A study on ultra-weak photon-counting imaging of rice seeds at the stage of germination

J Acta Biophys Sinica, 14 (4) (1998), pp. 773-776

[Google Scholar](#)

[114](#)

W. Chen, D. Cao

Luminescence nanomaterials and applications

Nanomaterials, 13 (6) (2023), p. 1047, [10.3390/nano13061047](#)

[Google Scholar](#)

[115](#)

E. Hideg, M. Kobayashi, H. Inaba

Ultraweak photoemission from dark-adapted leaves and isolated chloroplasts

FEBS Lett, 275 (1-2) (1990), pp. 121-124, [10.1016/0014-5793\(90\)81454-v](#)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[116](#)

Y. Yan, F.A. Popp, S. Sigrist, *et al.*

Further analysis of delayed luminescence of plants

J Photochem Photobiol, B, 78 (3) (2005), pp. 235-244, [10.1016/j.jphotobiol.2004.11.012](#)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[117](#)

Y. Liang, H. Song, Q. Liu, *et al.*

Study on spectrum estimation in biophoton emission signal analysis of wheat varieties

Math Probl Eng, 2 (2014), pp. 1-9, [10.1155/2014/606275](#)

[Google Scholar](#)

[118](#)

E. Bertogna, J. Bezerra, E. Conforti, *et al.*

Acute stress in seedlings detected by ultra-weak photon emission

J Photochem Photobiol, B, 118 (2013), pp. 74-76, [10.1016/j.jphotobiol.2012.11.005](#)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[119](#)

C.M. Gallep, D. Robert

Time-resolved ultra-weak photon emission as germination performance indicator in single seedlings

J Photochem Photobiol, A, 1 (2020), Article 100001, [10.1016/j.jpap.2020.100001](#)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[120](#)

R.Q. Scott, M.U. Inaba

Ultraweak emission imagery of mitosing soybeans

J Applied Physics B, 48 (1989), pp. 183-185

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[121](#)

T. Makino, K. Kato, H. Iyozumi, *et al.*

Ultraweak luminescence generated by sweet potato and *Fusarium oxysporum* interactions associated with a defense response

Photochem Photobiol, 64 (6) (1996), pp. 953-956, [10.1111/j.1751-1097.1996.tb01860.x](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[122](#)

C.M. Gallego, S.R. Dos Santos

Photon-counts during germination of wheat (*Triticum aestivum*) in wastewater sediment solutions correlated with seedling growth

J Seed Sci Technol, 35 (3) (2007), pp. 607-614, [10.15258/sst.2007.35.3.08](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[123](#)

Mello Gallego C. de

Ultraweak, spontaneous photon emission in seedlings: toxicological and chronobiological applications

Luminescence, 29 (8) (2014), pp. 963-968, [10.1002/bio.2658](#)

[Google Scholar](#)

[124](#)

A. Prasad, P. Gouripeddi, H.R.N. Devireddy, *et al.*

Spectral distribution of ultra-weak photon emission as a response to wounding in plants: an *in vivo* study
Biology, 9 (6) (2020), p. 139, [10.3390/biology9060139](#)

[Google Scholar](#)

[125](#)

M.L. Salin, K.L. Quince, D.J. Hunter

Chemiluminescence from mechanically injured soybean root tissue

J Photobiocem Photobiophys, 9 (1985), pp. 271-279

[View PDF](#)[View article](#)[Google Scholar](#)

[126](#)

R. Kawabata, M. Uefune, T. Miike, *et al.*

Biophoton emission from kidney bean leaf infested with *tetranychus Kanzawai* Kishida

Jpn J Appl Phys, 43 (8A) (2004), pp. 5646-5651, [10.1143/JJAP.43.5646](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[127](#)

C.L. Oros, F. Alves

Leaf wound induced ultraweak photon emission is suppressed under anoxic stress: observations of

Spathiphyllum under aerobic and anaerobic conditions using novel *in vivo* methodology

PLoS One, 13 (6) (2018), Article e0198962, [10.1371/journal.pone.0198962](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[128](#)

K. Kato, H. Iyozumi, C. Kageyama, *et al.*

Application of ultra-weak photon emission measurements in agriculture

J Photochem Photobiol, B, 139 (2014), pp. 54-62, [10.1016/j.jphotobiol.2014.06.010](#)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[129](#)

T. Ohya, S. Yoshida, R. Kawabata, *et al.*

Biophoton emission due to drought injury in red beans : possibility of early detection of drought injury

Jpn J Appl Phys, 41 (7R) (2002), p. 4766, [10.1143/JJAP.41.4766](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[130](#)

T. Ohya, H. Kurashige, H. Okabe, *et al.*

Early detection of salt stress damage by biophotons in red bean seedling

Jpn J Appl Phys, 39 (6A) (2000), pp. 3696-3700, [10.1143/JJAP.39.3696](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[131](#)

S. Kai, T. Mitani, M. Fujikawa

Anomalous biophoton emission during germination process of red bean

Jpn J Appl Phys, 32 (Part 2, No. 3B) (1993), pp. L417-L419

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[132](#)

J.F. Stuefer, H. Huber

Differential effects of light quantity and spectral light quality on growth, morphology and development of two stoloniferous *Potentilla* species

Oecologia, 117 (1-2) (1998), pp. 1-8, [10.1007/s004420050624](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[133](#)

B. Schauf, L.M. Repas, R. Kaufmann
Localization of ultraweak photon emission in plants
J. Photochem Photobiol. A: Chem., 55 (2) (2010), pp. 287-291
[Google Scholar](#)

[134](#)

M. Kobayashi, B. Devaraj, M. Usa, *et al.*
Development and applications of new technology for two-dimensional space-time characterization and correlation analysis of ultraweak biophoton information
Front Med Biol Eng, 7 (4) (1996), pp. 299-309
[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[135](#)

P. Roschger, R.Q. Scott, B. Devaraj, *et al.*
Observation of phase transitions in intact leaves by intrinsic low-level chemiluminescence
J Photochem Photobiol, A, 57 (3) (2010), pp. 580-583, [10.1111/j.1751-1097.1993.tb02337.x](#)
[Google Scholar](#)

[136](#)

S. Kai, T.O.K. Moriya, T. Fujimoto
Growth control and biophoton radiation by plant hormones in red bean
Jpn J Appl Phys, 34 (1995), pp. 6530-6538, [10.1143/JJAP.34.6530](#)
[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[137](#)

W. Shi, K. Jiao, Y. Liang, *et al.*
Efficient detection of internal infestation in wheat based on biophotonics
J Photochem Photobiol, B, 155 (2016), pp. 137-143, [10.1016/j.jphotobiol.2015.12.016](#)
[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[138](#)

R. Winkler, H. Guttenger, H. Klima
Ultraweak and induced photon emission after wounding of plants
Photochem Photobiol, 85 (4) (2009), pp. 962-965, [10.1111/j.1751-1097.2009.00537](#)
[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[139](#)

S. Duan, F. Wang, Y. Zhang
Research on the biophoton emission of wheat kernels based on permutation entropy
Optik, 178 (2019), pp. 723-730, [10.1016/j.jleo.2018.09.169](#)
[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[140](#)

T.G. Mamedov, G.A. Popov, V.V. Konev
Ultraweak luminescence of various organisms
J Biofizika, 14 (6) (1969), pp. 1102-1107
[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[141](#)

R.Q. Scott, P. Roschger, B. Devaraj, *et al.*
Monitoring a mammalian nuclear membrane phase transition by intrinsic ultraweak light emission
FEBS Lett, 285 (1) (1991), pp. 97-98, [10.1016/0014-5793\(91\)80733-j](#)
[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[142](#)

H.J. Niggli
The cell nucleus of cultured melanoma cells as a source of ultraweak photon emission
Naturwissenschaften, 83 (1) (1996), pp. 41-44, [10.1007/BF01139311](#)
[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[143](#)

R. Fan, N. Liu, J. Dai
Biophoton radiations induced by hydrogen peroxide in mouse liver slices and hepatocyte nuclei in relation to the biophysical action mechanism of reactive oxygen species
Natur Sci (6) (2022), p. 14
[Crossref](#)[Google Scholar](#)

[144](#)

R. van Wijk, H. van Aken, W. Mei, *et al.*
Light-induced photon emission by mammalian cells
J Photochem Photobiol, B, 18 (1) (1993), pp. 75-79, [10.1016/1011-1344\(93\)80042-8](#)
[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[145](#)

H. Inaba

Super-high sensitivity systems for detection and spectral analysis of ultraweak photon emission from biological cells and tissues

Experientia, 44 (7) (1988), pp. 550-559, [10.1007/BF01953302](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[146](#)

H.W. Kim, S.B. Sim, C.K. Kim, *et al.*

Spontaneous photon emission and delayed luminescence of two types of human lung cancer tissues: adenocarcinoma and squamous cell carcinoma

Cancer Lett, 229 (2) (2005), pp. 283-289, [10.1016/j.canlet.2005.04.038](#)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[147](#)

J. Kim, C. Choi, J. Lim, *et al.*

Measurements of spontaneous ultraweak photon emission and delayed luminescence from human cancer tissues

J Altern Complement Med, 11 (5) (2005), pp. 879-884, [10.1089/acm.2005.11.879](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[148](#)

J. Kim, J. Lim, H. Kim, *et al.*

Scanning spontaneous photon emission from transplanted ovarian tumor of mice using a photomultiplier tube

Electromagn Biol Med, 25 (2) (2006), pp. 97-102, [10.1080/15368370600719000](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[149](#)

H.J. Niggli, S. Tudisco, G. Privitera, *et al.*

Laser-ultraviolet-A-induced ultraweak photon emission in mammalian cells

J Biomed Opt, 10 (2) (2005), Article 024006, [10.1117/1.1899185](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[150](#)

A. Aryan, F. Aghajani, M. Dashtdar, *et al.*

Exploring intercellular dynamics: ultra-weak biophoton emission as a novel indicator of altered cell functions and disease in oligospermia mice

J Lasers Med Sci., 14 (2023), Article e65, [10.34172/jlms.2023.65](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[151](#)

J. Du, T. Deng, B. Cao, *et al.*

The application and trend of ultra-weak photon emission in biology and medicine

Front Chem, 11 (2023), Article 1140128, [10.3389/fchem.2023.1140128](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[152](#)

P. Evelson, C.P. Ordóñez, S. Llesuy, *et al.*

Oxidative stress and in vivo chemiluminescence in mouse skin exposed to UVA radiation

J Photochem Photobiol, B, 38 (2-3) (1997), pp. 215-219, [10.1016/s1011-1344\(96\)07437-4](#)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[153](#)

L. Chen, Z. Wang, J. Dai

Spectral blueshift of biophotonic activity and transmission in the ageing mouse brain

Brain Res, 1749 (2020), Article 147133, [10.1016/j.brainres.2020.147133](#)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[154](#)

Z. Wang, Z. Xu, Y. Luo, *et al.*

Reduced biophotonic activities and spectral blueshift in Alzheimer's disease and vascular dementia models with cognitive impairment

Front Aging Neurosci, 15 (2023), Article 1208274, [10.3389/fnagi.2023.1208274](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[155](#)

B. Devaraj, R.Q. Scott, P. Roschger, *et al.*

Ultraweak light emission from rat liver nuclei

Photochem Photobiol, 54 (2) (1991), pp. 289-293, [10.1111/j.1751-1097.1991.tb02018.x](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[156](#)

C. Wang, I. Bókkon, J. Dai, *et al.*

Spontaneous and visible light-induced ultraweak photon emission from rat eyes

Brain Res, 1369 (2011), pp. 1-9, [10.1016/j.brainres.2010.10.077](#)

[View PDF](#)[View article](#)[Google Scholar](#)

[157](#)

M. Kobayashi, M. Takeda, M. Yoshida, *et al.*

Highly sensitive imaging of ultraweak biophoton emission from rat brain and its spatiotemporal analysis
Nippon Laser Igakkaishi, 18 (Suppl) (1997), pp. 217-220, [10.2530/jsism1980.18.Supplement_217](#)

[Google Scholar](#)

[158](#)

M. Kobayashi, M. Takeda, T. Sato, *et al.*

In vivo imaging of spontaneous ultraweak photon emission from a rat's brain correlated with cerebral energy metabolism and oxidative stress

Neurosci Res, 34 (2) (1999), pp. 103-113, [10.1016/s0168-0102\(99\)00040-1](#)

[View PDFView articleView in ScopusGoogle Scholar](#)

[159](#)

M. Kobayashi, M. Takeda, K. Ito, *et al.*

Two-dimensional photon counting imaging and spatiotemporal characterization of ultraweak photon emission from a rat's brain *in vivo*

J Neurosci Methods, 93 (2) (1999), pp. 163-168, [10.1016/s0165-0270\(99\)00140-5](#)

[View PDFView articleView in ScopusGoogle Scholar](#)

[160](#)

E. van Wijk, M. Kobayashi, R. van Wijk, *et al.*

Imaging of ultra-weak photon emission in a rheumatoid arthritis mouse model
PloS One, 8 (12) (2013), Article e84579, [10.1371/journal.pone.0084579](#)

[View in ScopusGoogle Scholar](#)

[161](#)

T. Amano, M. Kobayashi, B. Devaraj, *et al.*

Ultraweak biophoton emission imaging of transplanted bladder cancer

Urol Res, 23 (5) (1995), pp. 315-318, [10.1007/BF00300020](#)

[View in ScopusGoogle Scholar](#)

[162](#)

M. Takeda, M. Kobayashi, M. Takayama, *et al.*

Biophoton detection as a novel technique for cancer imaging

Cancer Sci, 95 (8) (2004), pp. 656-661, [10.1111/j.1349-7006.2004.tb03325.x](#)

[View in ScopusGoogle Scholar](#)

[163](#)

E. van Wijk, M. Kobayashi, R. van Wijk, *et al.*

Imaging of ultra-weak photon emission in a rheumatoid arthritis mouse model

PLoS One, 8 (12) (2013), Article e84579, [10.1371/journal.pone.0084579](#)

[View in ScopusGoogle Scholar](#)

[164](#)

M. He, E. van Wijk, H. van Wietmarschen, *et al.*

Spontaneous ultra-weak photon emission in correlation to inflammatory metabolism and oxidative stress in a mouse model of collagen-induced arthritis

J Photochem Photobiol, B, 168 (2017), pp. 98-106, [10.1016/j.jphotobiol.2016.12.036](#)

[View PDFView articleView in ScopusGoogle Scholar](#)

[165](#)

X. Zhao, M. Yang, Y. Wang, *et al.*

Spectrum of spontaneous photon emission as a promising biophysical indicator for breast cancer research

Sci Rep, 7 (1) (2017), Article 13083, [10.1038/s41598-017-13516-8](#)

[View in ScopusGoogle Scholar](#)

[166](#)

M. Usa, B. Devaraj, M. Kobayashi, *et al.*

Detection and characterization of ultraweak biophotons from life processes. Optic Met

Biomed Environ Sci (1994), pp. 3-6

[Google Scholar](#)

[167](#)

H. Inaba, M. Usa

Ultraweak photon emission from living states -biophoton imaging and biophotonic information detection

Med Imag Technol, 112 (2) (1995), pp. 1102-1103, [10.1007/BF00635172](#)

[Google Scholar](#)

[168](#)

D. Orgill, R.H. Demling

Current concepts and approaches to wound healing

Crit Care Med, 16 (9) (1988), pp. 899-908, [10.1097/00003246-198809000-00016](#)

[View in ScopusGoogle Scholar](#)

[169](#)

R. van Wijk, M. Kobayashi, E.P. van Wijk
Anatomic characterization of human ultra-weak photon emission with a moveable photomultiplier and CCD imaging

J Photochem Photobiol, B, 83 (1) (2006), pp. 69-76, [10.1016/j.jphotobiol.2005.12.005](#)

[View PDFView articleView in ScopusGoogle Scholar](#)

[170](#)

M. Kobayashi, D. Kikuchi, H. Okamura

Imaging of ultraweak spontaneous photon emission from human body displaying diurnal rhythm

PLoS One, 4 (7) (2009), Article e6256, [10.1371/journal.pone.0006256](#)

[View in ScopusGoogle Scholar](#)

[171](#)

A. Prasad, P. Pospišil

Two-dimensional imaging of spontaneous ultra-weak photon emission from the human skin: role of reactive oxygen species

J Biophotonics, 4 (11-12) (2011), pp. 840-849, [10.1002/jbio.201100073](#)

[View in ScopusGoogle Scholar](#)

[172](#)

G. Sauermann, W.P. Mei, U. Hoppe, *et al.*

Ultraweak photon emission of human skin in vivo: influence of topically applied antioxidants on human skin

Methods Enzymol, 300 (1999), pp. 419-428, [10.1016/S0076-6879\(99\)00147-0](#)

[View PDFView articleView in ScopusGoogle Scholar](#)

[173](#)

X. Zhao, E. van Wijk, Y. Yan, *et al.*

Ultra-weak photon emission of hands in aging prediction

J Photochem Photobiol, B, 162 (2016), pp. 529-534, [10.1016/j.jphotobiol.2016.07.030](#)

[View PDFView articleView in ScopusGoogle Scholar](#)

[174](#)

M. Yang, J. Pang, J. Liu, *et al.*

Spectral discrimination between healthy people and cold patients using spontaneous photon emission

Biomed Opt Express, 6 (4) (2015), pp. 1331-1339, [10.1364/BOE.6.001331](#)

[View in ScopusGoogle Scholar](#)

[175](#)

M. Cifra, E.V. Wijk, H. Koch, *et al.*

Measurement of spontaneous ultra-weak photon emission from human body: spontaneous ultra-weak photon emission varies diurnally

International Conference on Measurement (2007)

[Google Scholar](#)

[176](#)

M. Cifra, E.V. Wijk, H. Koch, *et al.*

Spontaneous ultra-weak photon emission from human hands is time dependent

Radioengineering, 16 (2) (2007), pp. 15-19, [10.1117/12.727672](#)

[View in ScopusGoogle Scholar](#)

[177](#)

E.P. van Wijk, R. Lüdtkke, R. van Wijk

Differential effects of relaxation techniques on ultraweak photon emission

J Altern Complement Med, 14 (3) (2008), pp. 241-250, [10.1089/acm.2007.7.185](#)

[View in ScopusGoogle Scholar](#)

[178](#)

E.P. van Wijk, H. Koch, S. Bosman, *et al.*

Anatomic characterization of human ultra-weak photon emission in practitioners of transcendental meditation (TM) and control subjects

J Altern Complement Med, 12 (1) (2006), pp. 31-38, [10.1089/acm.2006.12.31](#)

[View in ScopusGoogle Scholar](#)

[179](#)

F. Zapata, V. Pastor-Ruiz, F. Ortega-Ojeda, *et al.*

Increment of spontaneous human biophoton emission caused by anger emotional states

Microchem J, 169 (4) (2021), Article 106558, [10.1016/j.microc.2021.106558](#)

[View PDFView articleView in ScopusGoogle Scholar](#)

[180](#)

J.A. Ives, E.P. van Wijk, N. Bat, *et al.*

Ultraweak photon emission as a non-invasive health assessment: a systematic review

PLoS One, 9 (2) (2014), Article e87401, [10.1371/journal.pone.0087401](#)

[View in ScopusGoogle Scholar](#)

181

M. Kobayashi

Highly sensitive imaging for ultra-weak photon emission from living organisms
J Photochem Photobiol, B, 139 (2014), pp. 34-38, [10.1016/j.jphotobiol.2013.11.011](https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2013.11.011)
[View PDFView articleView in ScopusGoogle Scholar](#)

182

F. Zapata, V. Pastor-Ruiz, F. Ortega-Ojeda, *et al.*

Human ultra-weak photon emission as non-invasive spectroscopic tool for diagnosis of internal states - a review
J Photochem Photobiol, B, 216 (2021), Article 112141, [10.1016/j.jphotobiol.2021.112141](https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2021.112141)
[View PDFView articleView in ScopusGoogle Scholar](#)

183

M. Kobayashi, T. Iwasa, M. Tada

Polychromatic spectral pattern analysis of ultra-weak photon emissions from a human body
J Photochem Photobiol, B, 159 (2016), pp. 186-190, [10.1016/j.jphotobiol.2016.03.037](https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2016.03.037)
[View PDFView articleView in ScopusGoogle Scholar](#)

184

S. Cohen, F.A. Popp

Biophoton emission of the human body
J Photochem Photobiol, B, 40 (2) (1997), pp. 187-189, [10.1016/s1011-1344\(97\)00050-x](https://doi.org/10.1016/s1011-1344(97)00050-x)
[View PDFView articleView in ScopusGoogle Scholar](#)

185

H.H. Jung, J.M. Yang, W.M. Woo, *et al.*

Signal characteristics of biophoton emission from human hands
Key Eng Mater, 277-279 (Pt1) (2005), pp. 96-101
<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.277-279.96>
[View in ScopusGoogle Scholar](#)

186

B. Yoda, Y. Goto, K. Sato, *et al.*

Ultra-weak chemiluminescence of smokers' blood
Arch Environ Health, 40 (3) (1985), pp. 148-150, [10.1080/00039896.1985.10545907](https://doi.org/10.1080/00039896.1985.10545907)
[View in ScopusGoogle Scholar](#)

187

S. Agatsuma, T. Nagoshi, M. Kobayashi, *et al.*

Hydroxyl radical-induced characteristic chemiluminescent spectra from plasma of hemodialysis patients
Clin Chem, 38 (1) (1992), pp. 48-55
[CrossrefView in ScopusGoogle Scholar](#)

188

M. Kobayashi, M. Usa, H. Inaba

Highly sensitive detection and spectral analysis of ultraweak photon emission from living samples of human origin for the measurement of biomedical information
Trans Soc Instrum Control Eng, 30 (4) (1994), pp. 385-391, [10.9746/sicetr1965.30.385](https://doi.org/10.9746/sicetr1965.30.385)
[Google Scholar](#)

189

R. Burgos, J.C. Schoeman, L. Winden, *et al.*

Ultra-weak photon emission as a dynamic tool for monitoring oxidative stress metabolism
Sci Rep, 7 (1) (2017), p. 1229, [10.1038/s41598-017-01229-x](https://doi.org/10.1038/s41598-017-01229-x)
[View in ScopusGoogle Scholar](#)

190

K. Kobayashi, H. Okabe, S. Kawano, *et al.*

Biophoton emission induced by heat shock
PLoS One, 9 (8) (2014), Article e105700, [10.1371/journal.pone.0105700](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0105700)
[View in ScopusGoogle Scholar](#)

191

R.C.R. Burgos, R. Ramautar, E. van Wijk, *et al.*

Pharmacological targeting of ROS reaction network in myeloid leukemia cells monitored by ultra-weak photon emission
Oncotarget, 9 (2) (2018), pp. 2028-2034, [10.18632/oncotarget.23175](https://doi.org/10.18632/oncotarget.23175)
[View in ScopusGoogle Scholar](#)

192

N.R. Rizzo, N.C. Hank, J. Zhang

Detecting presence of cardiovascular disease through mitochondria respiration as depicted through biophotonic emission
Redox Biol, 8 (2016), pp. 11-17, [10.1016/j.redox.2015.11.014](https://doi.org/10.1016/j.redox.2015.11.014)
[View PDFView articleView in ScopusGoogle Scholar](#)

[193](#)

Y. Okayama

Oxidative stress in allergic and inflammatory skin diseases

Curr Drug Targets - Inflamm Allergy, 4 (4) (2005), pp. 517-519, [10.2174/1568010054526386](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[194](#)

A.P. Kalra, A. Benny, S.M. Travis, *et al.*

Electronic energy migration in microtubules

ACS Cent Sci, 9 (3) (2023), pp. 352-361, [10.1021/acscentsci.2c01114](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[195](#)

H.H. Jung, W.M. Woo, J.M. Yang, *et al.*

Left-right asymmetry of biophoton emission from hemiparesis patients

Indian J Exp Biol, 41 (5) (2003), pp. 452-456

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[196](#)

M. Sun, E. van Wijk, S. Koval, *et al.*

Measuring ultra-weak photon emission as a non-invasive diagnostic tool for detecting early-stage type 2 diabetes: a step toward personalized medicine

J Photochem Photobiol, B, 166 (2017), pp. 86-93, [10.1016/j.jphotobiol.2016.11.013](#)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[197](#)

F.A. Popp

Cancer growth and its inhibition in terms of coherence

Electromagn Biol Med, 28 (1) (2009), pp. 53-60, [10.1080/15368370802711805](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[198](#)

N.J. Murugan, N. Rouleau, L.M. Karbowski, *et al.*

Biophotonic markers of malignancy: Discriminating cancers using wavelength-specific biophotons

Biochem Biophys Rep, 13 (2017), pp. 7-11, [10.1016/j.bbrep.2017.11.001](#)

[Google Scholar](#)

[199](#)

M. Hossu, L. Ma, X. Zou, *et al.*

Enhancement of biophoton emission of prostate cancer cells by Ag nanoparticles

Cancer Nanotechnol, 4 (1-3) (2013), pp. 21-26, [10.1007/s12645-013-0034-7](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[200](#)

A. Scordino, I. Baran, M. Gulino, *et al.*

Ultra-weak delayed luminescence in cancer research: a review of the results by the ARETUSA equipment

J Photochem Photobiol, B, 139 (2014), pp. 76-84, [10.1016/j.jphotobiol.2014.03.027](#)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[201](#)

X. Shao, X. Lu, J. Liao, *et al.*

New avenues for systematically inferring cell-cell communication: through single-cell transcriptomics data

Protein Cell, 11 (12) (2020), pp. 866-880, [10.1007/s13238-020-00727-5](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[202](#)

H.H. Gerdes, R. Pepperkok

Cell-to-cell communication: current views and future perspectives

Cell Tissue Res, 352 (1) (2013), pp. 1-3, [10.1007/s00441-013-1590-1](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[203](#)

G. Reguera

When microbial conversations get physical

Trends Microbiol, 19 (3) (2011), pp. 105-113, [10.1016/j.tim.2010.12.007](#)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[204](#)

B.F.E. Matarèse, J. Lad, C. Seymour, *et al.*

Bio-acoustic signaling: exploring the potential of sound as a mediator of low-dose radiation and stress responses in the environment

Int J Radiat Biol, 98 (6) (2022), pp. 1083-1097, [10.1080/09553002.2020.1834162](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[205](#)

M. Gagliano, M. Renton, N. Duvdevani, *et al.*

Acoustic and magnetic communication in plants: is it possible?

Plant Signal Behav, 7 (10) (2012), pp. 1346-1348, [10.4161/psb.21517](#)

[Google Scholar](#)

[206](#)

M. Gagliano, M. Renton

Love thy neighbour: facilitation through an alternative signalling modality in plants

BMC Ecol, 13 (2013), p. 19, [10.1186/1472-6785-13-19](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[207](#)

D.S. Adams, M. Levin

Endogenous voltage gradients as mediators of cell-cell communication: strategies for investigating bioelectrical signals during pattern formation

Cell Tissue Res, 352 (1) (2013), pp. 95-122, [10.1007/s00441-012-1329-4](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[208](#)

A.T. Esser, K.C. Smith, J.C. Weaver, *et al.*

Mathematical model of morphogen electrophoresis through gap junctions

Dev Dyn, 235 (8) (2006), pp. 2144-2159, [10.1002/dvdy.20870](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[209](#)

E.T. Wang, M. Zhao

Regulation of tissue repair and regeneration by electric fields

Chin J Traumatol, 13 (1) (2010), pp. 55-61

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[210](#)

C.D. McCaig, A.M. Rajnicek, B. Song, *et al.*

Controlling cell behavior electrically: current views and future potential

Physiol Rev, 85 (3) (2005), pp. 943-978, [10.1152/physrev.00020.2004](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[211](#)

L. Liu, B. Huang, Y. Lu, *et al.*

Interactions between electromagnetic radiation and biological systems

iScience, 27 (3) (2024), Article 109201, [10.1016/j.isci.2024.109201](#)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[212](#)

M. Cifra, J. Pokorný, D. Havelka, *et al.*

Electric field generated by axial longitudinal vibration modes of microtubule

Biosystems, 100 (2) (2010), pp. 122-131, [10.1016/j.biosystems.2010.02.007](#)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[213](#)

C. Rossi, A. Foletti, A. Magnani, *et al.*

New perspectives in cell communication: Bioelectromagnetic interactions

Semin Cancer Biol, 21 (3) (2011), pp. 207-214, [10.1016/j.semcancer.2011.04.003](#)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[214](#)

G. Albrecht-Buehler

Surface extensions of 3T3 cells towards distant infrared light sources

J Cell Biol, 114 (3) (1991), pp. 493-502, [10.1083/jcb.114.3.493](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[215](#)

F. Scholkmann

Long range physical cell-to-cell signalling via mitochondria inside membrane nanotubes: a hypothesis

Theor Biol Med Model, 13 (1) (2016), p. 16, [10.1186/s12976-016-0042-5](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[216](#)

J. Shen, J. Zhang, H. Xiao, *et al.*

Mitochondria are transported along microtubules in membrane nanotubes to rescue distressed cardiomyocytes from apoptosis

Cell Death Dis, 9 (2) (2018), p. 81, [10.1038/s41419-017-0145-x](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[217](#)

J. Zhang, Y. Zhang

Membrane nanotubes: novel communication between distant cells

Sci China Life Sci, 56 (11) (2013), pp. 994-999, [10.1007/s11427-013-4548-3](#)

[Google Scholar](#)

[218](#)

F. Scholkmann

Two emerging topics regarding long-range physical signaling in neurosystems: membrane nanotubes and electromagnetic fields

J Integr Neurosci, 14 (2) (2015), pp. 135-153, [10.1142/S0219635215300115](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[219](#)

S. Bloemendal, U. Kück

Cell-to-cell communication in plants, animals, and fungi: a comparative review

Naturwissenschaften, 100 (1) (2013), pp. 3-19, [10.1007/s00114-012-0988-z](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[220](#)

J. Du, T. Deng, B. Cao, *et al.*

The application and trend of ultra-weak photon emission in biology and medicine

Front Chem, 11 (2023), Article 1140128, [10.3389/fchem.2023.1140128](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[221](#)

M. Levin

Bioelectromagnetics in morphogenesis

Bioelectromagnetics, 24 (5) (2003), pp. 295-315, [10.1002/bem.10104](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[222](#)

A. Prasad, C. Rossi, S. Lamponi, *et al.*

New perspective in cell communication: potential role of ultra-weak photon emission

J Photochem Photobiol, B, 139 (2014), pp. 47-53, [10.1016/j.jphotobiol.2014.03.004](#)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[223](#)

G. Albrecht-Buehler

Rudimentary form of cellular "vision"

Proc Natl Acad Sci U S A., 89 (17) (1992), pp. 8288-8292, [10.1073/pnas.89.17.8288](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[224](#)

A.V.P. Kaznacheev, L.P. Mikhailova, N.B. Kartashov

Distant intercellular electromagnetic interaction between two tissue cultures

J Bull Exp Biol, 89 (3) (1980), pp. 345-348, [10.1007/BF00834249](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[225](#)

V.P. Galantsev, S.G. Kovalenko, A.A. Moltchanov, *et al.*

Lipid peroxidation, low-level chemiluminescence and regulation of secretion in the mammary gland

Experientia, 49 (10) (1993), pp. 870-875, [10.1007/BF01952600](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[226](#)

R.R. Mould, A.M. Mackenzie, I. Kalampouka, *et al.*

Ultra weak photon emission-a brief review

Front Physiol, 15 (2024), Article 1348915, [10.3389/fphys.2024.1348915](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[227](#)

R. Vanwijk

Bio-photons and bio-communication

J Sci Explor, 15 (2) (2001), pp. 183-197

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[228](#)

S.B. Ahmad, F.E. McNeill, W.V. Prestwich, *et al.*

Quantification of ultraviolet photon emission from interaction of charged particles in materials of interest in radiation biology research

Nucl Instrum Meth B, 319 (2014), pp. 48-54, [10.1016/j.nimb.2013.10.012](#)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[229](#)

S.B. Ahmad, F.E. McNeill, S.H. Byun, *et al.*

Ion beam induced luminescence: relevance to radiation induced bystander effects

Nucl Instrum Meth B, 288 (2012), pp. 81-88, [10.1016/j.nimb.2012.05.043](#)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[230](#)

J.P. McCarthy, R.S. Bodroghy, P.B. Jahrling, *et al.*

Differential alterations in host peripheral polymorphonuclear leukocyte chemiluminescence during the course of bacterial and viral infections

Infect Immun, 30 (3) (1980), pp. 824-831, [10.1128/iai.30.3.824-831.1980](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[231](#)

R.P. Bajpai, P.K. Bajpai, D. Roy

Ultraweak photon emission in germinating seeds: a signal of biological order

Luminescence, 6 (4) (1991), pp. 227-230, [10.1002/bio.1170060403](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[232](#)

X. Shen, W. Mei, X. Xu

Activation of neutrophils by a chemically separated but optically coupled neutrophil population undergoing respiratory burst

Experientia, 50 (10) (1994), pp. 963-968, [10.1007/BF01923488](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[233](#)

C.D. Cerdeira, M.R.P.L. Brigagão, M.L. Carli, *et al.*

Low-level laser therapy stimulates the oxidative burst in human neutrophils and increases their fungicidal capacity

J Biophotonics, 9 (11-12) (2016), pp. 1180-1188, [10.1002/jbio.201600035](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[234](#)

F.A. Popp, Z. JZ

Mechanism of interaction between electromagnetic fields and living organisms

Sci China Life Sci, 43 (5) (2000), p. 507

[Google Scholar](#)

[235](#)

R. Tang, J. Dai

Spatiotemporal imaging of glutamate-induced biophotonic activities and transmission in neural circuits

PLoS One, 9 (1) (2014), Article e85643, [10.1371/journal.pone.0085643](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[236](#)

R. Tang, J. Dai

Biophoton signal transmission and processing in the brain

J Photochem Photobiol, B, 139 (2014), pp. 71-75, [10.1016/j.jphotobiol.2013.12.008](#)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[237](#)

F. Grass, H. Klima, S. Kasper

Biophotons, microtubules and CNS, is our brain a "holographic computer"

Med Hypotheses, 62 (2) (2004), pp. 169-172, [10.1016/S0306-9877\(03\)00308-6](#)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[238](#)

P. Kurian, T.O. Obisesan, T.J.A. Craddock

Oxidative species-induced excitonic transport in tubulin aromatic networks: potential implications for neurodegenerative disease

J Photochem Photobiol, B, 175 (2017), pp. 109-124, [10.1016/j.jphotobiol.2017.08.033](#)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[239](#)

A.P. Bat'ianov

Distant-optical interaction of mitochondria through quartz

Biull Eksp Biol Med., 97 (6) (1984), pp. 675-677

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[240](#)

M. Rahnama, J.A. Tuszyński, I. Bókkon, *et al.*

Emission of mitochondrial biophotons and their effect on electrical activity of membrane via microtubules

J Integr Neurosci, 10 (1) (2011), pp. 65-88, [10.1142/S0219635211002622](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[241](#)

R. Thar, M. Köhl

Propagation of electromagnetic radiation in mitochondria?

J Theor Biol, 230 (2) (2004), pp. 261-270, [10.1016/j.jtbi.2004.05.021](#)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[242](#)

J. McFadden, J. Al-Khalili

The origins of quantum biology

Proc Math Phys Eng Sci, 474 (2220) (2018), Article 20180674, [10.1098/rspa.2018.0674](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[243](#)

H. Nagasawa, J.B. Little

Induction of sister chromatid exchanges by extremely low doses of alpha-particles

Cancer Res, 52 (22) (1992), pp. 6394-6396

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[244](#)

E.J. Hall

The bystander effect

Health Phys, 85 (1) (2003), pp. 31-35, [10.1097/00004032-200307000-00008](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[245](#)

C. Shao, M. Aoki, Y. Furusawa

Bystander effect on cell growth stimulation in neoplastic HSGc cells induced by heavy-ion irradiation

Radiat Environ Biophys, 42 (3) (2003), pp. 183-187, [10.1007/s00411-003-0202-y](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[246](#)

C. Shao, M. Folkard, B.D. Michael, *et al.*

Targeted cytoplasmic irradiation induces bystander responses

Proc Natl Acad Sci U S A, 101 (37) (2004), pp. 13495-13500, [10.1073/pnas.0404930101](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[247](#)

C. Shao, M. Folkard, K.M. Prise

Role of TGF-beta1 and nitric oxide in the bystander response of irradiated glioma cells

Oncogene, 27 (4) (2008), pp. 434-440, [10.1038/sj.onc.1210653](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[248](#)

C. Mothersill, C. Seymour

Radiation-induced bystander effects: past history and future directions

Radiat Res, 155 (6) (2001), pp. 759-767, [10.1667/0033-7587\(2001\)155\[0759:ribeph\]2.0.co;2](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[249](#)

C. Mothersill, C. Seymour

Medium from irradiated human epithelial cells but not human fibroblasts reduces the clonogenic survival of unirradiated cells

Int J Radiat Biol, 71 (4) (1997), pp. 421-427, [10.1080/095530097144030](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[250](#)

D. Frankenberg, K. Greif, U. Giesen

Radiation response of primary human skin fibroblasts and their bystander cells after exposure to counted particles at low and high LET

Int J Radiat Biol, 82 (1) (2006), pp. 59-67, [10.1080/09553000600582979](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[251](#)

H. Tang, L. Cai, X. He, *et al.*

Radiation-induced bystander effect and its clinical implications

Front Oncol, 13 (2023), Article 1124412, [10.3389/fonc.2023.1124412](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[252](#)

Z. Liu, C.E. Mothersill, F.E. McNeill, *et al.*

A dose threshold for a medium transfer bystander effect for a human skin cell line

Radiat Res, 166 (1 Pt 1) (2006), pp. 19-23, [10.1667/RR3580.1](#)

[Google Scholar](#)

[253](#)

P.J. Coates, J.K. Rundle, S.A. Lorimore, *et al.*

Indirect macrophage responses to ionizing radiation: implications for genotype-dependent bystander signaling

Cancer Res, 68 (2) (2008), pp. 450-456, [10.1158/0008-5472.CAN-07-3050](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[254](#)

G. Kashino, K.M. Prise, G. Schettino, *et al.*

Evidence for induction of DNA double strand breaks in the bystander response to targeted soft X-rays in CHO cells

Mutat Res, 556 (1-2) (2004), pp. 209-215, [10.1016/j.mrfmmm.2004.08.009](#)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[255](#)

S. Kirolikar, P. Prasannan, G.V. Raghuram, *et al.*

Prevention of radiation-induced bystander effects by agents that inactivate cell-free chromatin released from irradiated dying cells

Cell Death Dis, 9 (12) (2018), p. 1142, [10.1038/s41419-018-1181-x](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[256](#)

N. Autsavapornporn, I. Plante, C. Liu, *et al.*

Genetic changes in progeny of bystander human fibroblasts after microbeam irradiation with X-rays, protons or carbon ions: the relevance to cancer risk

Int J Radiat Biol, 91 (1) (2015), pp. 62-70, [10.3109/09553002.2014.950715](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[257](#)

R. Ren, M. He, C. Dong, *et al.*

Dose response of micronuclei induced by combination radiation of α -particles and γ -rays in human lymphoblast cells

Mutat Res, 741-742 (2013), pp. 51-56, [10.1016/j.mrfmmm.2012.12.007](#)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[258](#)

J.B. Little

Cellular radiation effects and the bystander response

Mutat Res, 597 (1-2) (2006), pp. 113-118, [10.1016/j.mrfmmm.2005.12.001](#)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[259](#)

Y. Zhao, X. Ma, J. Wang, *et al.*

The roles of p21(Waf1/CIP1) and Hus1 in generation and transmission of damage signals stimulated by low-dose alpha-particle irradiation

Radiat Res, 184 (6) (2015), pp. 578-585, [10.1667/RR4165.1](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[260](#)

S.A. Lorimore, S. Rastogi, D. Mukherjee, *et al.*

The influence of p53 functions on radiation-induced inflammatory bystander-type signaling in murine bone marrow

Radiat Res, 179 (4) (2013), pp. 406-415, [10.1667/RR3158.2](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[261](#)

H. Furlong, C. Mothersill, F.M. Lyng, *et al.*

Apoptosis is signalled early by low doses of ionising radiation in a radiation-induced bystander effect

Mutat Res, 741-742 (2013), pp. 35-43, [10.1016/j.mrfmmm.2013.02.001](#)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[262](#)

M. Tomita, M. Maeda, K. Kobayashi, *et al.*

Dose response of soft X-ray-induced bystander cell killing affected by p53 status

Radiat Res, 179 (2) (2013), pp. 200-207, [10.1667/RR3010.1](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[263](#)

F.M. Lyng, P. Maguire, B. McClean, *et al.*

The involvement of calcium and MAP kinase signaling pathways in the production of radiation-induced bystander effects

Radiat Res, 165 (4) (2006), pp. 400-409, [10.1667/r3527.1](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[264](#)

M.D. Gow, C.B. Seymour, L.A. Ryan, *et al.*

Induction of bystander response in human glioma cells using high-energy electrons: a role for TGF-beta1

Radiat Res, 173 (6) (2010), pp. 769-778, [10.1667/RR1895.1](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[265](#)

B.P. Surinov, V.G. Isaeva, N.A. Karpova
Post-radiation communicative induction of blood and immunity disorders
Patol Fiziol Eksp Ter (3) (1998), pp. 7-10
[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[266](#)

E.V. Daev, B.P. Surinov, A.V. Dukel'skaia, *et al.*
Chromosomal abnormalities and spleenocyte production in laboratory mouse males after exposure to stress chemosignals
Tsitologiya, 49 (8) (2007), pp. 696-701
[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[267](#)

C. Mothersill, R.W. Smith, J. Fazzari, *et al.*
Evidence for a physical component to the radiation-induced bystander effect?
Int J Radiat Biol, 88 (8) (2012), pp. 583-591, [10.3109/09553002.2012.698366](#)
[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[268](#)

V.G. Isaeva, B.P. Surinov
Postradiation volatile secretion and development of immunosuppression effects by laboratory mice with various genotype
Radiat Biol Radioecol, 47 (1) (2007), pp. 10-16
[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[269](#)

I. Mosse, P. Marozik, C. Seymour, *et al.*
The effect of melanin on the bystander effect in human keratinocytes
Mutat Res, 597 (1-2) (2006), pp. 133-137, [10.1016/j.mrfmmm.2005.09.006](#)
[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[270](#)

C. Mothersill, G. Moran, F. McNeill, *et al.*
A role for bioelectric effects in the induction of bystander signals by ionizing radiation?
Dose Response, 5 (3) (2007), pp. 214-229, [10.2203/dose-response.06-011.Mothersill](#)
[Google Scholar](#)

[271](#)

M. Konopacka, J. Rogoliński, K. Slosarek
Direct and bystander effects induced by scattered radiation generated during penetration of radiation inside a water-phantom
Mutat Res, 721 (1) (2011), pp. 6-14, [10.1016/j.mrgentox.2010.11.013](#)
[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[272](#)

R.R. Mould, I. Kalampouka, E.L. Thomas, *et al.*
Non-chemical signalling between mitochondria
Front Physiol, 14 (2023), Article 1268075, [10.3389/fphys.2023.1268075](#)
[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[273](#)

E. Markiewicz, O.C. Idowu
DNA damage in human skin and the capacities of natural compounds to modulate the bystander signalling
Open Biol., 9 (12) (2019), Article 190208, [10.1098/rsob.190208](#)
[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[274](#)

C. Mothersill, A. Cocchetto, C. Seymour
Low dose and non-targeted radiation effects in environmental protection and medicine-A new model focusing on electromagnetic signaling
Int J Mol Sci, 23 (19) (2022), Article 11118, [10.3390/ijms231911118](#)
[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[275](#)

H. Nishiura, J. Kumagai, G. Kashino, *et al.*
The bystander effect is a novel mechanism of UVA-induced melanogenesis
Photochem Photobiol, 88 (2) (2012), pp. 389-397, [10.1111/j.1751-1097.2011.01046.x](#)
[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[276](#)

M. Le, F.E. McNeill, C. Seymour, *et al.*
An observed effect of ultraviolet radiation emitted from beta-irradiated HaCaT cells upon non-beta-irradiated bystander cells
Radiat Res, 183 (3) (2015), pp. 279-290, [10.1667/RR13827.1](#)
[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[277](#)

T. Douki, J.L. Ravanat, J.P. Pouget, *et al.*

Minor contribution of direct ionization to DNA base damage induced by heavy ions
Int J Radiat Biol, 82 (2) (2006), pp. 119-127, [10.1080/09553000600573788](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[278](#)

M. Le, C. Fernandez-Palomo, F.E. McNeill, *et al.*

Exosomes are released by bystander cells exposed to radiation-induced biophoton signals: Reconciling the mechanisms mediating the bystander effect

PLoS One, 12 (3) (2017), Article e0173685, [10.1371/journal.pone.0173685](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[279](#)

B. Hu, L. Wu, W. Han, *et al.*

The time and spatial effects of bystander response in mammalian cells induced by low dose radiation
Carcinogenesis, 27 (2) (2006), pp. 245-251, [10.1093/carcin/bgi224](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[280](#)

J. Xiao, X. Wang, Y. Wu, *et al.*

Synergistic effect of resveratrol and HSV-TK/GCV therapy on murine hepatoma cells
Cancer Biol Ther, 20 (2) (2019), pp. 183-191, [10.1080/15384047.2018.1523094](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[281](#)

A.N. Sharetskii, V.A. Kharlamov, B.P. Surinov

Effect of radiation-induced bystander chemosignals of mice on the humoral immune response in spleen and lymph nodes of intact recipients

Radiat Biol Radioecol, 52 (3) (2012), pp. 229-233

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[282](#)

J. Zhang, Y. Zhang, F. Mo, *et al.*

The roles of HIF-1 α in radiosensitivity and radiation-induced bystander effects under hypoxia
Front Cell Dev Biol, 9 (2021), Article 637454, [10.3389/fcell.2021.637454](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[283](#)

A.H. Al-Mayah, S.L. Irons, R.C. Pink, *et al.*

Possible role of exosomes containing RNA in mediating nontargeted effect of ionizing radiation
Radiat Res, 177 (5) (2012), pp. 539-545, [10.1667/rr2868.1](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[284](#)

C. Mothersill, R.G. Bristow, S.M. Harding, *et al.*

A role for p53 in the response of bystander cells to receipt of medium borne signals from irradiated cells
Int J Radiat Biol, 87 (11) (2011), pp. 1120-1125, [10.3109/09553002.2011.610866](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[285](#)

M. Widel, A. Lalik, A. Krzywon, *et al.*

The different radiation response and radiation-induced bystander effects in colorectal carcinoma cells differing in p53 status

Mutat Res, 778 (2015), pp. 61-70, [10.1016/j.mrfmmm.2015.06.003](#)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[286](#)

M. Le, C.E. Mothersill, C.B. Seymour, *et al.*

An observed effect of p53 status on the bystander response to radiation-induced cellular photon emission
Radiat Res, 187 (2) (2017), pp. 169-185, [10.1667/RR14342.1](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[287](#)

M. Buiatti, G. Longo

Randomness and multilevel interactions in biology

Theory Biosci., 132 (3) (2013), pp. 139-158, [10.1007/s12064-013-0179-2](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[288](#)

K. Matsuno

From quantum measurement to biology via retrocausality

Prog Biophys Mol Biol, 131 (2017), pp. 131-140, [10.1016/j.pbiomolbio.2017.06.012](#)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[289](#)

C. Mothersill, R. Smith, J. Wang, *et al.*

Biological entanglement-like effect after communication of fish prior to X-ray exposure
Dose Response, 16 (1) (2018), Article 1559325817750067, [10.1177/1559325817750067](#)

[Google Scholar](#)

[290](#)

C. Mothersill, C. Seymour

Radiation-induced bystander effects: are they good, bad or both?

Med Confl Surviv, 21 (2) (2005), pp. 101-110, [10.1080/13623690500073398](#)

[View in ScopusGoogle Scholar](#)

[291](#)

W.F. Morgan

Non-targeted and delayed effects of exposure to ionizing radiation: I. Radiation-induced genomic instability and bystander effects *in vitro*

Radiat Res, 159 (5) (2003), pp. 567-580, [10.1667/0033-7587\(2003\)159\[0567:nadeoe\]2.0.co;2](#)

[View in ScopusGoogle Scholar](#)

[292](#)

W.F. Morgan

Non-targeted and delayed effects of exposure to ionizing radiation: II. Radiation-induced genomic instability and bystander effects *in vivo*, clastogenic factors and transgenerational effects

Radiat Res, 159 (5) (2003), pp. 581-596, [10.1667/0033-7587\(2003\)159\[0581:nadeoe\]2.0.co;2](#)

[View in ScopusGoogle Scholar](#)

[293](#)

W.F. Morgan, M.B. Sowa

Non-targeted effects induced by ionizing radiation: mechanisms and potential impact on radiation induced health effects

Cancer Lett, 356 (1) (2015), pp. 17-21, [10.1016/j.canlet.2013.09.009](#)

[View PDFView articleView in ScopusGoogle Scholar](#)

[294](#)

J.E. Baulch

Radiation-induced genomic instability, epigenetic mechanisms and the mitochondria: a dysfunctional ménage à trois?

Int J Radiat Biol, 95 (4) (2019), pp. 516-525, [10.1080/09553002.2018.1549757](#)

[View in ScopusGoogle Scholar](#)

[295](#)

E.I. Azzam, J.P. Jay-Gerin, D. Pain

Ionizing radiation-induced metabolic oxidative stress and prolonged cell injury

Cancer Lett, 327 (1-2) (2012), pp. 48-60, [10.1016/j.canlet.2011.12.012](#)

[View PDFView articleView in ScopusGoogle Scholar](#)

[296](#)

D.R. Spitz, E.I. Azzam, J.J. Li, *et al.*

Metabolic oxidation/reduction reactions and cellular responses to ionizing radiation: a unifying concept in stress response biology

Cancer Metastasis Rev, 23 (3-4) (2004), pp. 311-322, [10.1023/B:CANC.0000031769.14728.bc](#)

[View in ScopusGoogle Scholar](#)

[297](#)

H. Zhou, G. Randers-Pehrson, C.A. Waldren, *et al.*

Induction of a bystander mutagenic effect of alpha particles in mammalian cells

Proc Natl Acad Sci USA, 97 (5) (2000), pp. 2099-2104, [10.1073/pnas.030420797](#)

[View in ScopusGoogle Scholar](#)

[298](#)

S.E. Weinberg, L.A. Sena, N.S. Chandel

Mitochondria in the regulation of innate and adaptive immunity

Immunity, 42 (3) (2015), pp. 406-417, [10.1016/j.immuni.2015.02.002](#)

[View PDFView articleView in ScopusGoogle Scholar](#)

[299](#)

J. Sia, J. Hagekyriakou, I. Chindris, *et al.*

Regulatory T cells shape the differential impact of radiation dose-fractionation schedules on host innate and adaptive antitumor immune defenses

Int J Radiat Oncol Biol Phys, 111 (2) (2021), pp. 502-514, [10.1016/j.ijrobp.2021.05.014](#)

[View PDFView articleView in ScopusGoogle Scholar](#)

[300](#)

D. Aeverbeck, C. Rodriguez-Lafrasse

Role of mitochondria in radiation responses: epigenetic, metabolic, and signaling impacts

Int J Mol Sci, 22 (20) (2021), Article 11047, [10.3390/ijms222011047](#)

[View in ScopusGoogle Scholar](#)

[301](#)

R. Van Wijk, E. Van Wijk, J. Pang, *et al.*

Integrating ultra-weak photon emission analysis in mitochondrial research
Front Physiol, 11 (2020), p. 717, [10.3389/fphys.2020.00717](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[302](#)

R.P. Chakrabarty, N.S. Chandel

Beyond ATP, new roles of mitochondria

Biochemist, 44 (4) (2022), pp. 2-8, [10.1042/bio_2022_119](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[303](#)

N.S. Chandel

Mitochondria as signaling organelles

BMC Biol, 12 (2014), p. 34, [10.1186/1741-7007-12-34](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[304](#)

W.X. Zong, J.D. Rabinowitz, E. White

Mitochondria and cancer

Mol Cell, 61 (5) (2016), pp. 667-676, [10.1016/j.molcel.2016.02.011](#)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[305](#)

T. Shimura

Mitochondrial signaling pathways associated with DNA damage responses

Int J Mol Sci, 24 (7) (2023), p. 6128, [10.3390/ijms24076128](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[306](#)

D. Aeverbeck

Low-dose non-targeted effects and mitochondrial control

Int J Mol Sci, 24 (14) (2023), Article 11460, [10.3390/ijms241411460](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[307](#)

T. Yamamori, H. Yasui, M. Yamazumi, *et al.*

Ionizing radiation induces mitochondrial reactive oxygen species production accompanied by upregulation of mitochondrial electron transport chain function and mitochondrial content under control of the cell cycle checkpoint

Free Radic Biol Med, 53 (2) (2012), pp. 260-270, [10.1016/j.freeradbiomed.2012.04.033](#)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[308](#)

E.I. Azzam, J.P. Jay-Gerin, D. Pain

Ionizing radiation-induced metabolic oxidative stress and prolonged cell injury

Cancer Lett, 327 (1-2) (2012), pp. 48-60, [10.1016/j.canlet.2011.12.012](#)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[309](#)

S. Chen, Y. Zhao, W. Han, *et al.*

Mitochondria-dependent signalling pathway are involved in the early process of radiation-induced bystander effects

Br J Cancer, 98 (11) (2008), pp. 1839-1844, [10.1038/sj.bjc.6604358](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[310](#)

C. Mothersill, M. Le, A. Rusin, *et al.*

Biophotons in radiobiology: inhibitors, communicators and reactors

Radiat Prot Dosim, 183 (1-2) (2019), pp. 136-141, [10.1093/rpd/ncy271](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[311](#)

J.E.J. Murphy, S. Nugent, C. Seymour, *et al.*

Mitochondrial DNA point mutations and a novel deletion induced by direct low-LET radiation and by medium from irradiated cells

Mutat Res, 585 (1-2) (2005), pp. 127-136, [10.1016/j.mrgentox.2005.04.011](#)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[312](#)

F.M. Lyng, C.B. Seymour, C. Mothersill

Production of a signal by irradiated cells which leads to a response in unirradiated cells characteristic of initiation of apoptosis

Br J Cancer, 83 (9) (2000), pp. 1223-1230, [10.1054/bjoc.2000.1433](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[313](#)

F.M. Lyng, O.L. Howe, B. McClean

Reactive oxygen species-induced release of signalling factors in irradiated cells triggers membrane signalling and calcium influx in bystander cells

Int J Radiat Biol, 87 (7) (2011), pp. 683-695, [10.3109/09553002.2010.549533](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[314](#)

C. Mothersill, T.D. Stamato, M.L. Perez, *et al.*

Involvement of energy metabolism in the production of 'bystander effects' by radiation

Br J Cancer, 82 (10) (2000), pp. 1740-1746, [10.1054/bjoc.2000.1109](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[315](#)

M. Le, F.E. McNeill, C.B. Seymour, *et al.*

Modulation of oxidative phosphorylation (OXPHOS) by radiation- induced biophotons

Environ Res, 163 (2018), pp. 80-87, [10.1016/j.envres.2018.01.027](#)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[316](#)

Y. Ilan

Microtubules as a potential platform for energy transfer in biological systems: a target for implementing individualized, dynamic variability patterns to improve organ function

Mol Cell Biochem, 478 (2) (2023), pp. 375-392, [10.1007/s11010-022-04513-1](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[317](#)

W.W. Kam, R.B. Banati

Effects of ionizing radiation on mitochondria

Free Radic Biol Med, 65 (2013), pp. 607-619, [10.1016/j.freeradbiomed.2013.07.024](#)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[318](#)

S. Prithivirajsingh, M.D. Story, S.A. Bergh, *et al.*

Accumulation of the common mitochondrial DNA deletion induced by ionizing radiation

FEBS Lett, 571 (1-3) (2004), pp. 227-232, [10.1016/j.febslet.2004.06.078](#)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[319](#)

C. Richter, J.W. Park, B.N. Ames

Normal oxidative damage to mitochondrial and nuclear DNA is extensive

Proc Natl Acad Sci USA, 85 (17) (1988), pp. 6465-6467, [10.1073/pnas.85.17.6465](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[320](#)

J.K. Leach, G. Van Tuyle, P.S. Lin, *et al.*

Ionizing radiation-induced, mitochondria-dependent generation of reactive oxygen/nitrogen

Cancer Res, 61 (10) (2001), pp. 3894-3901

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[321](#)

T.K. Hei, H. Zhou, V.N. Ivanov, *et al.*

Mechanism of radiation-induced bystander effects: a unifying model

J Pharm Pharmacol, 60 (8) (2008), pp. 943-950, [10.1211/jpp.60.8.0001](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[322](#)

K. Ariyoshi, T. Miura, K. Kasai, *et al.*

Radiation-induced bystander effect is mediated by mitochondrial DNA in exosome-like vesicles

Sci Rep, 9 (1) (2019), p. 9103, [10.1038/s41598-019-45669-z](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[323](#)

H. Zhou, V.N. Ivanov, Y.C. Lien, *et al.*

Mitochondrial function and nuclear factor-kappaB-mediated signaling in radiation-induced bystander effects

Cancer Res, 68 (7) (2008), pp. 2233-2240, [10.1158/0008-5472.CAN-07-5278](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[324](#)

S. Rajendran, S.H. Harrison, R.A. Thomas, *et al.*

The role of mitochondria in the radiation-induced bystander effect in human lymphoblastoid cells

Radiat Res, 175 (2) (2011), pp. 159-171, [10.1667/r2296.1](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[325](#)

M.R. Jain, M. Li, W. Chen, *et al.*

In vivo space radiation-induced non-targeted responses: late effects on molecular signaling in mitochondria
Curr Mol Pharmacol, 4 (2) (2011), pp. 106-114, [10.2174/1874467211104020106](#)

[View in Scopus](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[View article](#)

[326](#)

C. Mothersill, F. Lyng, C. Seymour, *et al.*

Genetic factors influencing bystander signaling in murine bladder epithelium after low-dose irradiation *in vivo*
Radiat Res, 163 (4) (2005), pp. 391-399, [10.1667/r3320](#)

[View in Scopus](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[View article](#)

[327](#)

F.M. Lyng, C.B. Seymour, C. Mothersill

Early events in the apoptotic cascade initiated in cells treated with medium from the progeny of irradiated cells
Radiat Prot Dosim, 99 (1-4) (2002), pp. 169-172, [10.1093/oxfordjournals.rpd.a006753](#)

[View in Scopus](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[View article](#)

[328](#)

H. Klammer, E. Mladenov, F. Li, *et al.*

Bystander effects as manifestation of intercellular communication of DNA damage and of the cellular oxidative status
Cancer Lett, 356 (1) (2015), pp. 58-71, [10.1016/j.canlet.2013.12.017](#)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[View article](#)

[329](#)

S. Gorman, E. Fox, D. O'Donoghue, *et al.*

Mitochondrial mutagenesis induced by tumor-specific radiation bystander effects
J Mol Med (Berl), 88 (7) (2010), pp. 701-708, [10.1007/s00109-010-0616-3](#)

[View in Scopus](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[View article](#)

[330](#)

C. Mothersill, C. Seymour

Low dose radiation mechanisms: the certainty of uncertainty

Mutat Res Genet Toxicol Environ Mutagen, 876-877 (2022), Article 503451, [10.1016/j.mrgentox.2022.503451](#)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[View article](#)

[331](#)

H.G. Zhang, P. Cao, Y. Teng, *et al.*

Isolation, identification, and characterization of novel nanovesicles

Oncotarget, 7 (27) (2016), pp. 41346-41362, [10.18632/oncotarget.9325](#)

[View in Scopus](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[View article](#)

[332](#)

A. Al-Mayah, S. Bright, K. Chapman, *et al.*

The non-targeted effects of radiation are perpetuated by exosomes

Mutat Res, 772 (2015), pp. 38-45, [10.1016/j.mrfmmm.2014.12.007](#)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[View article](#)

[333](#)

A.A. Farooqi, N.N. Desai, M.Z. Qureshi, *et al.*

Exosome biogenesis, bioactivities and functions as new delivery systems of natural compounds

Biotechnol Adv, 36 (1) (2018), pp. 328-334, [10.1016/j.biotechadv.2017.12.010](#)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[View article](#)

[334](#)

L. Wu, X. Zhang, B. Zhang, *et al.*

Exosomes derived from gastric cancer cells activate NF- κ B pathway in macrophages to promote cancer progression

Tumour Biol, 37 (9) (2016), pp. 12169-12180, [10.1007/s13277-016-5071-5](#)

[View in Scopus](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[View article](#)

[335](#)

Y. Du, S. Du, L. Liu, *et al.*

Radiation-induced bystander effect can be transmitted through exosomes using miRNAs as effector molecules

Radiat Res, 194 (1) (2020), pp. 89-100, [10.1667/RADE-20-00019.1](#)

[View in Scopus](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[View article](#)

[336](#)

S. Mathivanan, H. Ji, R.J. Simpson

Exosomes: extracellular organelles important in intercellular communication

J Proteomics, 73 (10) (2010), pp. 1907-1920, [10.1016/j.jprot.2010.06.006](#)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[View article](#)

[337](#)

U. Aypar, W.F. Morgan, J.E. Baulch
Radiation-induced epigenetic alterations after low and high LET irradiations
Mutat Res, 707 (1-2) (2011), pp. 24-33, [10.1016/j.mrfmmm.2010.12.003](#)
[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[338](#)

T. Szatmári, D. Kis, E.N. Bogdándi, *et al.*
Extracellular vesicles mediate radiation-induced systemic bystander signals in the bone marrow and spleen
Front Immunol, 8 (2017), p. 347, [10.3389/fimmu.2017.00347](#)
[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[339](#)

O. Kovalchuk, F.J. Zemp, J.N. Filkowski, *et al.*
microRNAome changes in bystander three-dimensional human tissue models suggest priming of apoptotic pathways
Carcinogenesis, 31 (10) (2010), pp. 1882-1888, [10.1093/carcin/bgq119](#)
[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[340](#)

J.S. Dickey, F.J. Zemp, O.A. Martin, *et al.*
The role of miRNA in the direct and indirect effects of ionizing radiation
Radiat Environ Biophys, 50 (4) (2011), pp. 491-499, [10.1007/s00411-011-0386-5](#)
[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[341](#)

M.A. Chaudhry, R.A. Omaruddin
Differential regulation of microRNA expression in irradiated and bystander cells
Mol Biol (Mosk), 46 (4) (2012), pp. 634-643
[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[342](#)

S. Xu, N. Ding, H. Pei, *et al.*
MiR-21 is involved in radiation-induced bystander effects
RNA Biol, 11 (9) (2014), pp. 1161-1170, [10.4161/rna.34380](#)
[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[343](#)

W.Q. Tian, X.M. Yin, L.X. Wang, *et al.*
The key role of miR-21-regulated SOD₂ in the medium-mediated bystander responses in human fibroblasts induced by α -irradiated keratinocytes
Mutat Res, 780 (2015), pp. 77-85, [10.1016/j.mrfmmm.2015.08.003](#)
[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[344](#)

N. Ni, W. Ma, Y. Tao, *et al.*
Exosomal MiR-769-5p exacerbates ultraviolet-induced bystander effect by targeting TGFBR1
Front Physiol, 11 (2020), Article 603081, [10.3389/fphys.2020.603081](#)
[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[345](#)

S. Jokar, I.A. Marques, S. Khazaei, *et al.*
The footprint of exosomes in the radiation-induced bystander effects
Bioengineering (Basel), 9 (6) (2022), p. 243, [10.3390/bioengineering9060243](#)
[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[346](#)

M. Song, Y. Wang, Z.F. Shang, *et al.*
Bystander autophagy mediated by radiation-induced exosomal miR-7-5p in non-targeted human bronchial epithelial cells
Sci Rep, 6 (2016), Article 30165, [10.1038/srep30165](#)
[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[347](#)

S. Cai, G.S. Shi, H.Y. Cheng, *et al.*
Exosomal miR-7 mediates bystander autophagy in lung after focal brain irradiation in mice
Int J Biol Sci, 13 (10) (2017), pp. 1287-1296, [10.7150/ijbs.18890](#)
[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[348](#)

J. Albanese, N. Dainiak
Ionizing radiation alters Fas antigen ligand at the cell surface and on exfoliated plasma membrane-derived vesicles: implications for apoptosis and intercellular signaling
Radiat Res, 153 (1) (2000), pp. 49-61, [10.1667/0033-7587\(2000\)153\[0049:irafal\]2.0.co;2](#)
[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[349](#)

S. Xu, J. Wang, N. Ding, *et al.*

Exosome-mediated microRNA transfer plays a role in radiation-induced bystander effect
RNA Biol, 12 (12) (2015), pp. 1355-1363, [10.1080/15476286.2015.1100795](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[350](#)

K.K. Jella, S. Rani, L. O'Driscoll, *et al.*

Exosomes are involved in mediating radiation induced bystander signaling in human keratinocyte cells
Radiat Res, 181 (2) (2014), pp. 138-145, [10.1667/RR13337.1](#)

[View at publisher](#)[Google Scholar](#)

[351](#)

J. Albanese, N. Dainiak

Modulation of intercellular communication mediated at the cell surface and on extracellular, plasma membrane-derived vesicles by ionizing radiation
Exp Hematol, 31 (6) (2003), pp. 455-464, [10.1016/s0301-472x\(03\)00050-x](#)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[352](#)

A. Lo Cicero, C. Delevoye, F. Gilles-Marsens, *et al.*

Exosomes released by keratinocytes modulate melanocyte pigmentation
Nat Commun, 6 (2015), p. 7506, [10.1038/ncomms8506](#)

[View at publisher](#)

[Google Scholar](#)

[353](#)

J. Wang, W. Ma, C. Si, *et al.*

Exosome-mediated miR-4655-3p contributes to UV radiation-induced bystander effects
Exp Cell Res, 418 (1) (2022), Article 113247, [10.1016/j.yexcr.2022.113247](#)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[354](#)

J. Cohen, N.T.K. Vo, D.R. Chettle, *et al.*

Quantifying biophoton emissions from human cells directly exposed to low-dose gamma radiation
Dose Response, 18 (2) (2020), pp. 1-7, [10.1177/1559325820926763](#)

[View at publisher](#)

[Google Scholar](#)

[355](#)

K. Takano, A. Hachiya, D. Murase, *et al.*

Quantitative changes in the secretion of exosomes from keratinocytes homeostatically regulate skin pigmentation in a paracrine manner
J Dermatol, 47 (3) (2020), pp. 265-276, [10.1111/1346-8138.15202](#)

[View at publisher](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[356](#)

M. Buonanno, G. Gonon, B.N. Pandey, *et al.*

The intercellular communications mediating radiation-induced bystander effects and their relevance to environmental, occupational, and therapeutic exposures
Int J Radiat Biol, 99 (6) (2023), pp. 964-982, [10.1080/09553002.2022.2078006](#)

[View at publisher](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[357](#)

A. Liebert, W. Capon, V. Pang, *et al.*

Photophysical mechanisms of photobiomodulation therapy as precision medicine
Biomedicines, 11 (2) (2023), p. 237, [10.3390/biomedicines11020237](#)

[View at publisher](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[358](#)

L. Gopinathan, C. Gopinathan

Ionizing radiation-induced cancer: perplexities of the bystander effect
Ecancermedicalscience, 17 (2023), p. 1579, [10.3332/ecancer.2023.1579](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[359](#)

G.M. Zhou

Mechanisms underlying FLASH radiotherapy, a novel way to enlarge the differential responses to ionizing radiation between normal and tumor tissues

Radiat Med Prot, 1 (1) (2020), pp. 35-40, [10.1016/j.radmp.2020.02.002](#)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[360](#)

R. Wang, T. Zhou, W. Liu, *et al.*

Molecular mechanism of bystander effects and related abscopal/cohort effects in cancer therapy
Oncotarget, 9 (26) (2018), pp. 18637-18647, [10.18632/oncotarget.24746](#)

[View at publisher](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[361](#)

X. Zhao, C.L. Shao

Radiotherapy-mediated immunomodulation and anti-tumor abscopal effect combining immune checkpoint blockade

Cancers, 12 (10) (2020), p. 2762, [10.3390/cancers12102762](#)

[View at publisher](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[362](#)

S.L. Hu, C.L. Shao

Research progress of radiation induced bystander and abscopal effects in normal tissue

Radiat Med Prot, 1 (2) (2020), pp. 69-74, [10.1016/j.radmp.2020.04.001](#)

[View PDF](#)[View article](#)[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[363](#)

E. Daguenet, S. Louati, A.S. Wozny, *et al.*

Radiation-induced bystander and abscopal effects: important lessons from preclinical models

Br J Cancer, 123 (3) (2020), pp. 339-348, [10.1038/s41416-020-0942-3](#)

[View at publisher](#)

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[364](#)

R. Yahyapour, A. Salajegheh, A. Safari, *et al.*

Radiation-induced non-targeted effect and carcinogenesis; implications in clinical radiotherapy

J Biomed Phys Eng, 8 (4) (2018), pp. 435-446

[View in Scopus](#)[Google Scholar](#)

[365](#)

Kaj Alexander

Hoe ramen je ziek maken, jij mist licht

[View on Youtube](#)