

## Onderzoek gezondheidsklachten en negatieve ionen

Pioniers op het gebied van de elektriciteit in de afgelopen eeuwen waren tevens de eerste onderzoekers die een mogelijk verband overwogen tussen lucht Elektriciteit en biologische effecten. Dat er een belangrijk significant verband tussen lucht Elektriciteit of ionen en levende systemen bestaat, is geen onderwerp meer van discussie.

Onderzoek dat gedurende de laatste dertig jaar is gedaan, heeft overtuigende aanwijzingen opgeleverd dat luchtionen een sterk onderschatte rol spelen in de algemene gezondheid, in de etiologie (oorzakelijke factoren) en in de behandeling van allergiën, luchtwegaandoeningen en psychische klachten.

Het doel van deze uiteenzetting is om de geboekte vooruitgang op dit gebied samen te vatten en aan aantal belangrijke bevindingen naar voren te brengen.

## Luchtionisatie, een natuurlijk fenomeen

In de natuur heeft een klein deel van de luchtmoleculen een elektrische lading. Deze geladen moleculen worden luchtionen genoemd en hebben of een positieve lading of een negatieve lading. Als de positieve ionen overheersen of als het totaal aantal ionen tot een laag peil zakt, dan kunnen ongemak en afgenomen efficiëntie in de activiteit waargenomen worden. Aan de andere kant kunnen mensen een toegenomen mentale alertheid, doelmatigheid en een verbeterd psychologisch welbevinden ervaren, indien de negatieve ionenconcentratie boven een bepaald niveau ligt (ongeveer 1000 ionen per cm<sup>3</sup> lucht). Alleen ionen met een bepaalde diameter blijken een biologisch effect te hebben. In feite zijn ionen op basis van hun afmetingen in de volgende 3 hoofdtypen als volgt onderverdeeld(1):

- kleine ionen: 0,001 - 0,003 micron in diameter
- middelgrote ionen: 0,003 - 0,03 micron in diameter
- grote of Langevin ionen: 0,03 - 0,01 micron in diameter

N.B. 1 micron is een duizendste millimeter. Alleen kleine en middelgrote ionen hebben een biologisch effect(2)(36).

Kleine luchtionen worden continue gevormd door natuurlijke energiebronnen zoals straling van radio-actieve elementen in rotsen en in de grond, ultraviolet licht van de zon, elektrische ontladingen of door bliksem en wrijvings-elektriciteit opgewekt door regen, opgewaaid zand, stof, sneeuw en hagel en door bewegend water. Schone, niet verontreinigde lucht bevat 500 tot 2.000 kleine en middelgrote ionen per cm<sup>3</sup> met een verhouding van ongeveer 1,2 : 1 positieve tot negatieve ionen. Het verschil in concentratie tussen positieve en negatieve ionen doet zich voor omdat de aarde negatief is geladen t.o.v. de ionensfeer. Hierdoor worden negatieve ionen van de aarde afgestoten, terwijl positieve ionen naar het aardoppervlak worden aangetrokken(3).

## Luchtverontreiniging en negatieve ionen

Lucht moleculen zijn voortdurend in beweging (Brownse-beweging) en een gasvormig lucht-ion dat eenmaal is ontstaan, zal al snel met aangrenzende lucht moleculen of met stofdeeltjes in de lucht botsen en een cluster vormen. Op deze wijze vormen kleine ionen zich tot een biologisch inactieve grote clusters. Wanneer grote clusters(1) een bepaalde massa te boven gaan, zullen zij onder de invloed van de zwaartekracht op de grond vallen. Daarom zal een lucht-ion concentratie mede bepaald worden door de dichtheid van stofdeeltjes in de lucht. In feite is de lucht-ionenconcentratie nauw gerelateerd aan luchtverontreiniging en is het een significante indicator voor een niveau van luchtverontreiniging. In verontreinigde steden neemt het aantal grote ionen drastisch toe tot enkele miljoenen per cm<sup>3</sup> lucht terwijl het aantal kleine en middelgrote, zowel positieve als negatieve ionen, die biologisch actief zijn, drastisch afneemt(1). Verschillende andere factoren beïnvloeden het aantal en de verhouding van de geladen ionen die binnenshuis aanwezig zijn. Wanneer buitenlucht door metalen kanalen van een airconditioningsystemen wordt gepompt, verliest zij snel haar negatieve



ionen en dit effect wordt nog versterkt door recirculatie van de lucht. De negatieve ionen verdwijnen eerder omdat zij lichter en mobieler zijn, zodat een overwicht aan positieve ionen resteert. Eenmaal in een vertrek worden de ionen beïnvloed door stofdeeltjes die door de lucht vervoerd worden en door de statische oppervlakte beladingen van meubilair, stoffen en apparatuur. De meeste plastic oppervlakken zijn positief geladen, waardoor negatieve ionen worden aangetrokken en positieve ionen terug worden gestoten in het vertrek(26)(28). Dit resulteert in een verstoring van het natuurlijke ionenevenwicht ten gunste van de positieve ionen. Dit is zeker het geval voor de positief geladen televisie en computerbeeldschermen

### **Beïnvloeden ionen menselijk gedrag?**

Hiermee verband houdende natuurlijke verschijnselen zijn de warme winden die in bepaalde delen van de wereld op bepaalde tijden van het jaar waaien. In het bijzonder de Chinook in Canada, de Santa Ana in Zuid-Californië, de Föhn in Zwitserland, de Mistral in Frankrijk en de Sharav in Israël. Het front van deze winden wordt voorafgegaan door een hoge concentratie van positieve ionen(1). Ook is het in de bovengenoemde geografische gebieden bekend dat zich net voor de komst van het windfront abnormaal veel gevallen van zelfmoord, misdaad en ongelukken voordoen. (In Israël zijn rechtbanken zelfs veel soepeler jegens overtreders die misdaden begingen juist voor de komst van de Sharav(29).) Professor Sulman van de vakgroep toegepaste Farmacologie aan de Hebreeuwse Universiteit van Jeruzalem en Professor Albert Krueger, M.D. Emeritus Hoogleraar in de medicijnen aan de Universiteit van Californië in Berkely, werden door dit verschijnsel er toe aangezet onderzoek te verrichten naar de invloeden van luchtionen op de menselijke fysiologie. Beide pioniers van het ionenonderzoek rapporteren dat een omgeving waarin positieve ionen overheersen, de gezondheid en het welbevinden van planten, dieren en mensen ondermijnt. Positieve ionen reduceren de efficiency in de psychomotorische prestaties en in reactietijdexperimenten. Zij verergeren angst en ziekte als astma, bronchitis, hooikoorts en migraine, terwijl een overvloed aan negatieve ionen het psychomotorische vermogen en de subjectieve psychologische toestand verbeteren en symptomatische verlichting van astma, migraine en bronchitis brengen(3)(4)(5)(6)(7)(8)(9)(10)(11)(12)(22)(23)(24).

### **Serotonine**

Het mechanisme waardoor ionen hun invloed uitoefenen, wordt nog niet helemaal begrepen, maar zowel Sulman als Krueger beweren dat zij het neurohormoon serotonine (SH1) als belangrijke factor hebben geïsoleerd. Krueger, Sulman en andere onderzoekers opperen dat luchtionen tijdens het inademen in de longen komen en na het doordringen van de alveolaire membranen in de bloedbaan belanden. Eenmaal daar maken positieve ionen serotonine los van bloedplaatjes. Bovendien worden histamine en serotonine losgemaakt van de meeste cellen in de weefsels van het ademhalingskanaal. Negatieve ionen reduceren vrije serotine in het bloed door de enzymatische oxidatie van serotonine tot z'n inactieve metaboliet 5 Hydroxyindolazijnzuur (5HIAA) en voorkomen histamine-afscheiding. Er zijn goede bewijzen om deze beweringen te ondersteunen. Bijvoorbeeld toen Sulman de effecten van de Sharav onderzocht, mat hij de serotonine niveaus bij zijn patiënten, ontdekte dat deze hoog waren ten tijde van de Sharav en verantwoordelijk waren voor de meeste nadelige symptomen die werden ervaren. Hij ontdekte dat de komst van het Sharav-front de verhouding van positieve ionen ten opzichte van negatieve ionen in de atmosfeer toenam. Toen hij in zijn laboratorium deze atmosferische omstandigheden simuleerde, bemerkte hij dat dezelfde symptomen teweeg gebracht werden. Ze konden worden opgeheven door het toedienen van serotonine blokkerende medicijnen. Dezelfde symptomen zouden ook kunnen worden opgeheven door negatieve ionen-therapie, wat als voordeel heeft dat deze vrij is van bijwerkingen(24). Bovendien is negatieve ionen-therapie met succes gehanteerd in de symptomatische opheffing van vele kwalen waarbij serotonine is betrokken zoals migraine, angsten, hooikoorts en in het bijzonder astma(17)(20)(21). Bronchiale astma wordt gekenmerkt door toename in luchtweg weestand en gevolge van drie hoofdfactoren:

- contractie van glad bronchusspierweefsel
- oedeem van het bronchiale slijmvlies
- toegenomen bronchiale secretie



### **Extrinsieke en intrinsieke astma**

Er zijn twee typen astma, te weten extrinsieke astma, waarbij de astmatische aanvallen duidelijk het gevolg zijn van een allergische reactie, en intrinsieke astma. Deze, bij kleine kinderen veelvuldig voorkomende vorm, kan niet in verband worden gebracht met allergie. Zij wordt vaak verergerd door veranderingen in het weer, verkoudheden of emotionele stress. In beide vormen worden de symptomen overgebracht door actieve endogene farmacologische stoffen zoals histamine, serotonine en prostaglandine welke de weefsels van het ademhalingskanaal direct beïnvloeden(30). Door ion-onderzoekers is geopperd dat een toename in de concentratie van positieve ionen een directe aanleiding kan zijn voor intrinsieke astma (en migraine). Kruger en Smith hebben zelfs aangetoond dat positieve luchtionen een opeenhoping van serotonine in het ademhalingskanaal veroorzaken(18). Serotonine is een zeer krachtig neurohormoon dat de ademhalings symptomen van astma veroorzaakt. Als het hormoon in het bloed terecht komt, verergerd het de symptomen van het klassieke "Serotonine Initiatie Syndroom". Vrije serotonine maakt adrenaline vrij uit het bijniemerg en verhoogt de gastro-intestinale activiteit. Het veroorzaakt bovendien bloedstuwung en leidt tot een toename in frequentie en kracht van de hartslag. Serotonine in de hersenen heeft een diepgaand effect op het humeur en op het subjectief welbevinden. Een serotonine-toename in de hersenen leidt tot depressie. Verder hebben klinische studies aangetoond dat een omgeving van positieve ionen een astmatische aanval uitlokt en verergerd doordat het de efficiëntie van de longzuivering vermindert(6)(7)(20). Een omgeving van negatieve ionen leidde in het merendeel van de onderzochte personen onmiddellijk tot verlichting.

Tegenwoordig maakt men in de behandeling van astma gebruik van symptomimetische bronchusdilatatoire medicijnen. Voor zeer ernstige gevallen zijn er ook steroidale antiontstekings medicijnpreparaten. Echter, zoals met alle medicijnen bestaat er altijd gevaar van ongewenste bijwerkingen. Catecholaminen hebben vaak ongewenste cardiale effecten en voortdurend gebruik van glucocorticosteroïden leidt uiteindelijk tot de verzwakte toestand die bekend staat onder de naam syndroom van Cushings(30).

### **Ion-therapie**

In klinische proefnemingen is gebleken dat negatieve ion-therapie erg succesvol is bij de symptomatische behandeling van astma, hooikoorts en bronchitis, zonder ongewenste bijwerkingen(20)(6)(3). Geen enkele hoeveelheid negatieve ionen is schadelijk(10). Het succes van negatieve ion-therapie kan op twee gronden verklaard worden. In de eerste plaats zuivert kunstmatige negatieve ionisatie de lucht van rook, stuifmeel en bacteriën door het neer laten slaan van de stofdeeltjes uit de lucht en daarmee worden de veroorzakende agens van hooikoorts en extrinsieke astma geëlimineerd. In de tweede plaats reduceren negatieve ionen de niveau's van vrij histamine en serotonine in het lichaam en stimuleren de beweging van de trilhaartjes in het ademhalingskanaal. Bovendien neutraliseren negatieve ionen de positieve ionen in de omgeving welke een directe aanleiding kunnen zijn voor intrinsieke astma. Voorts meldde Sulman dat negatieve ionen alfa activiteit in hersenen vergroten en synchroniseren(16), en angst en spanning reduceren welke factoren een rol spelen bij intrinsieke astma en migraine en bij vermoeidheidsverschijnselen, stress en verlies van concentratievermogen.

### **Gezondheidsklachten en omgeving**

Verscheidene kantoorstudies hebben aangetoond dat mensen die werken in een omgeving, zonder negatieve ionen of met een overvloed aan positieve ionen, klagen over hoofdpijn, migraine, gebrek aan concentratie, bedomptheid en algemeen onbehagen, wat zij toeschrijven aan de omgeving(33). Net zo klagen mensen die winkelen in overdekte winkelcentra en moderne warenhuizen die voorzien zijn van airconditioning vaak over deze onaangename symptomen. Veel van dergelijke situaties zijn verbeterd door het in gebruik nemen van negatieve ionengeneratoren. In de kantoren heeft dit onder meer geresulteerd in opvallende reductie van verzuim en van de menselijke fouten score. Bovendien wordt een toegenomen mentale alertheid en verbeterd subjectief welbevinden geconstateerd. De reductie van verzuim kan op twee manieren worden verklaard. In de eerste plaats wordt door negatieve ionisatie een gezonder, aangenamer werkklimaat geboden en in de tweede plaats wordt de concentratie van bacteriën in de lucht vermindert, waardoor het risico van infectie-overdracht aanmerkelijk verkleind wordt.



In Groot-Brittannië is Dr. I. Hawkins, hoogleraar in de menselijke biologie en gezondheid aan de Universiteit van Surrey, een van de meest vooraanstaande onderzoekers van ionen en ionisatie. Hij heeft speciale aandacht geschonken aan de relatie tussen luchtionen enerzijds en het klimaat in huis en gezondheid anderzijds. Hawkins heeft ionen-niveau's gemeten in een grote verscheidenheid van beroepssituatie. Hij heeft geconstateerd dat "overal waar een gebouw is voorzien van een ventilatiesysteem met metalen kanalen, worden de totale ionenniveau's gereduceerd tot een gemiddelde van 700 positieve en 200 negatieve ionen per cm<sup>3</sup> lucht. Daar waar ook andere factoren meerspeken zoals hoge niveau's van statische ladingen of van deeltjesverontreiniging, hebben we geen meetbare ionenniveau's of veel hogere niveau's van positieve ionen geconstateerd(33).

Dr. Hawkins heeft talrijke studies verricht met betrekking tot het effect van het binnenshuis "elektro-klimaat" op de menselijke prestaties en het menselijk welzijn. Hij gebruikte daarbij opdrachten op gebied van reactiesnelheid, spiegelbeeldtekeningen e.d.(33) om prestatie te meten en een vragenlijst, vergezeld van een analoge subjectieve scoringsschaal om het welbevinden te schatten. Uit deze dubbelblind studies concludeerde Hawkins dat een afname van het aantal negatieve ionen of een toename van het aantal positieve ionen een atmosfeer veroorzaakt die als bedompt, benauwd, dood of muf wordt gewaardeerd. In en dergelijke omgeving zal een aanzienlijk deel van de mensen hoofdpijn krijgen, zich geïrriteerd voelen en zullen hun psychologische prestaties minder dan optimaal zijn. Dit type omgeving zal een toename van serotonine in het lichaamswefsel tot gevolg hebben. Aan de andere kant blijken negatieve ionengeneratoren de psychologische en psychomotorische prestaties onder laboratoriumcondities significant te verbeteren. Zij verhogen bovendien de subjectieve scores ten aanzien van de atmosfeer en het persoonlijk welbevinden(31)(32)(33)(34)(35). Het belang van ionenevenwicht werd ook duidelijk toen wetenschappers zich bezig gingen houden met de samenstelling van lucht in kunstmatige ruimtes zoals ruimteschepen en kernonderzeeërs(37).

## Gezonde lucht

Ongeveer 30% van de bevolking is gevoelig voor verandering van het weer(36). Dergelijke "weersgevoelige" personen zullen op hete, droge winden en op positieve luchtionen met het "Serotonine Irritatie Syndroom" reageren. Personen die lijden aan astma, bronchitis, reuma en migraine zijn vaak gevoelige indicatoren voor veranderende weersomstandigheden en veranderende atmosferische ionenniveau's. Deze 30% van de bevolking heeft negatieve ionen nodig(11). Nog eens 30% van de bevolking voelt zich beter wanneer de omringende negatieve ionenconcentratie wordt verhoogd. Dan is er nog een 40% van de bevolking die geen effecten van negatieve ionen bemerkt. Echter, iemand die geen ionisatie nodig heeft, zal er niet door geschaad worden. Bovendien kunnen negatieve ionen, zelfs als iemand subjectief niets merkt, toch fysiologische effecten bij hem teweeg brengen. Daarbij is het vermogen van negatieve ionisers om de lucht te zuiveren van rook en stof gemakkelijk aan te tonen. Het is dan ook voor iedereen, of hij het nu merkt of niet, heilzaam om gezonde lucht in te ademen. De 30% van de bevolking die negatieve ionen nodig heeft, zal de effecten van een ionisator binnen een paar minuten bemerken(11).

Bovendien heeft de mens zich gedurende enkele miljoenen jaren in de atmosfeer van de aarde ontwikkeld, met bepaalde grenzen ten aanzien van vochtigheid, zonlicht en andere atmosferische parameters. Het omringende ionen-evenwicht is een fundamenteel kenmerk van de atmosfeer en onze fysiologie heeft zich aangepast aan een optimaal functioneren in overeenstemming met de inherente eigenschappen van de natuurlijke omgeving. Wanneer we onze omgeving beginnen te veranderen door gebruik te gaan maken van kunstmatige verlichting, ventilatie, verwarming etc. dan veranderen we daarmee noodzakelijkerwijze het natuurlijke klimaat, mogelijk zelfs in die mate, dat het niet langer verenigbaar is met onze fysiologie, met alle daaruit voortvloeiende gezondheidsproblemen.

Wie heeft profijt van negatieve ionen

Onderstaande tabel bevat de resultaten die geboekt zijn met gebruik van ionisatoren in slaapkamers, afgezet tegen de reden van aankoop. Dit onderzoek werd verricht onder leiding van Dr. Hawkins van de Universiteit van Surrey in Engeland.



aandoening	aankoop % *)	goede verbetering %	geen verandering %	geen opgave verbetering (nog) niet geconstateerd %
Astma	28,3	65	24	10
Hooikoorts	22,7	71	19	8
Slijmvliesontsteking	23,6	64	28	6
Neusholte-ontsteking	14,9	67	26	6
Chronische bronchitis	13,4	68	23	8
Longemfyseem	6,1	64	26	10
Migraine	13,7	74	20	6
Overige chronische hoofdpijnen	8,6	76	22	2
Psychologische of psychiatrische beelden	1,7	79	13	8
Reuma (of gewrichtsontsteking)	3,2	24	47	23
*) De optelsom is meer dan 100%, omdat individuele kopers ionisatoren aanschafte om meer dan 1 reden.				

In bovenstaande tabel zijn de gegevens samengebracht van een onderzoek naar de aanschaf redenen van 1000 personen die een ionisator kochten. Bovendien werd onderzocht hoe succesvol de ionisatoren waren in het verlichten van de klachten die de reden voor de aanschaf van de ionisator vormden.

Terwijl zij die het apparaat gekocht hadden ter verlichting van reumatische klachten weinig of geen verandering rapporteerden, is ruim 70% van de gebruikers tevreden over hun aankoop en de door de ionisator gebrachte verlichting van hun klachten. De tijdsduur van het onderzoek was 6 maanden.



LITERATUURLIJST		
1	Kotaka S. Effects of air ions on microorganisms and other biological materials	Critical Reviews in Microbiology, CRC Press, Ohio
2	Svab F; Kerdo I.; Hay G.Y. New possibilities in the increasing of driving safety	
3	Krueger A.P. Preliminary consideration of the biological significance of air ions	Scientia (sep - okt 60) 460-476
4	Krueger A.P. Are air ions biological significant? A review of a controversial subject	Int. J. of Biometeorology, vol 16 no 4 313-322
5	Krueger A.P. & Reed E.J. Effect of air ion environment influenza in the mouse	Int. J. of Biometeorology, vol 16 no 4 209
6	Krueger A.P. & Reed E.J. The influence of air ions as a model of respiratory disease.	Presented at the 1er congres Mondial de médecine et Biologie de l'Environnement, Paris, France
7	Krueger A.P. Biological effects of ionisation of the air on animals	Progress in Animal Biometeorology Vol 1 Part 2, Amsterdam
8	Krueger A.P. & Reed E.J. Biological impact of small air ions	Reprinted from Science 24 Sept 1976 Vol 193 1209-1213
9	Krueger A.P. Electrical fields, small air ions and biological effects	Int. J. of Biometeorology, Vol 22
10	Sulman F.G.; Levy D.; Lunkman; Pfeifer Y.; Tal E. Absence of harmful effects of protracted negative air ionisation	Int. J. of Biometeorology, Vol 22, 53-58
11	Sulman G.F. Air Ion Therapy	Reprint from Wholistic Dimensions in Healing - A Resource Guide 1978 pp 139 - 142
12	Sigel Bio-psychological influences of air ions in men; Effects of 5-HT & mood	Dissertation abstracts International B.40 Part 3B 1416 - 1417
13	Sharp E.L. Relation of air ions to air pollution and some biological effects	Environ, Pollution 3, 227
14	Sulman F.G.; Levy D.; Pfeifer Y.; Superstine E.; Tal E. Air-ionometry of hot, dry dessert winds (Sharav) and treatment with air ions of weather sensitive subjects.	Int. J. of Biometeorology, Vol 18, 313 - 318
15	Sulman F.G. Climatic factors in the incidence of attacks of migraine	Hemicrania, Part 1, 1 - 5
16	Sulman F.G. Influence of artificial ionisation of air on the electroencephalogram	Israel J. of Medical Sciences 10 Part 5, 568 - 569
17	Sulman F.G. Meteorological front movements and weather sensitivity	Arttiche Praxis XXIII No. 17, 998
18	Tal E.; Pfeifer Y; Sulman F.G. Effects of air ionisation on blood serotonin in -vitro	Experientia 32 Part 3, 326 - 327
19	Tom G.; Poole M.F.; Galla G.; Berrier J. The influence of negative ions on human performance en mood	Human Factors 23(5) 633 - 636
20	Levine A.J. et all Clinical study of air ion therapy	Proceedings of the international Conference on ionisation of air, Philadelphia, Franklin Institute
21	The Migraine Foundation	Migraine and the Foundation



	Basic facts are	
22	Palti Y. et al The effect of atmospheric ions on the respiratory systems of infants	Paediatrics 38, 405
23	Rosenberg R.L. A study of atmospheric ionisation. A literary review of behavioral effects etc.	Second Conference on Biometeorology, 266
24	Voisinet R. Ionisation as a socially useful technology in a co-environmenting man-environment System	J. of Environmental Sciences 21 Part 4, 28 - 29
25	Vasiliser L.L. The physiological Mechanism of aero-ions	American J. of Physical Medicine 39, 124
26	Eggert C.V. The influence of foreign bodies on air ion concentration	Dissertation Abstract Part B SCI Eng. Part 1 215-b, 216-b
27	Bachman; McDonalds; Lorenz Some physiological effects of measured air ions	Int. J. of Biometeorology 9, 127
28	Kranz P.; Rich T.A. The Physics of Small Airborne ions	Proceeding of the international Conference on Ionisation of the Air, Philadelphia, Franklin Institute
29	Soyka F. The Ion Effect	Bantam
30	Bauman W.C.; Rand M.J. Textbook of Pharmacology	Blackwell
31	Hawkins L.H. The Indoor Climate and Health	Abstract volume. 9th International Congress of Biometeorology
32	Hawkins L.H. Air Ionisation and Office Health	Focus on research, reprinted from Building Services and Environmental Engineer
33	Hawkins L.H. Ionisation-problems of air ions and air conditioning	Building Services and Environmental Engineer
34	Hawkins L.H.; Barker T. Air Ions and Human Performance	Ergonomics Vol. 21 No. 4 273 - 278
35	Hannah T. Electricity in the air is crucial to health	Clean Air (Brighton) Vol Part 13, 35 - 37
36	Charry J.M.; Hawkinshire F.B.W. Effects of atmospheric electricity on some substates of disordered social behavior	J. of Personality and Social Psychology 41, 185 - 197
37	Calvin M. (USA); Gzenko O.G. (Russia) Part 1 Methods of providing life support for astronauts	Foundation of Space Biology and Medicine Vol. III, Space Medicine and Biotechnology 1975, Vol 1 Space as a habitat

